

ЗЕМЛЯ И

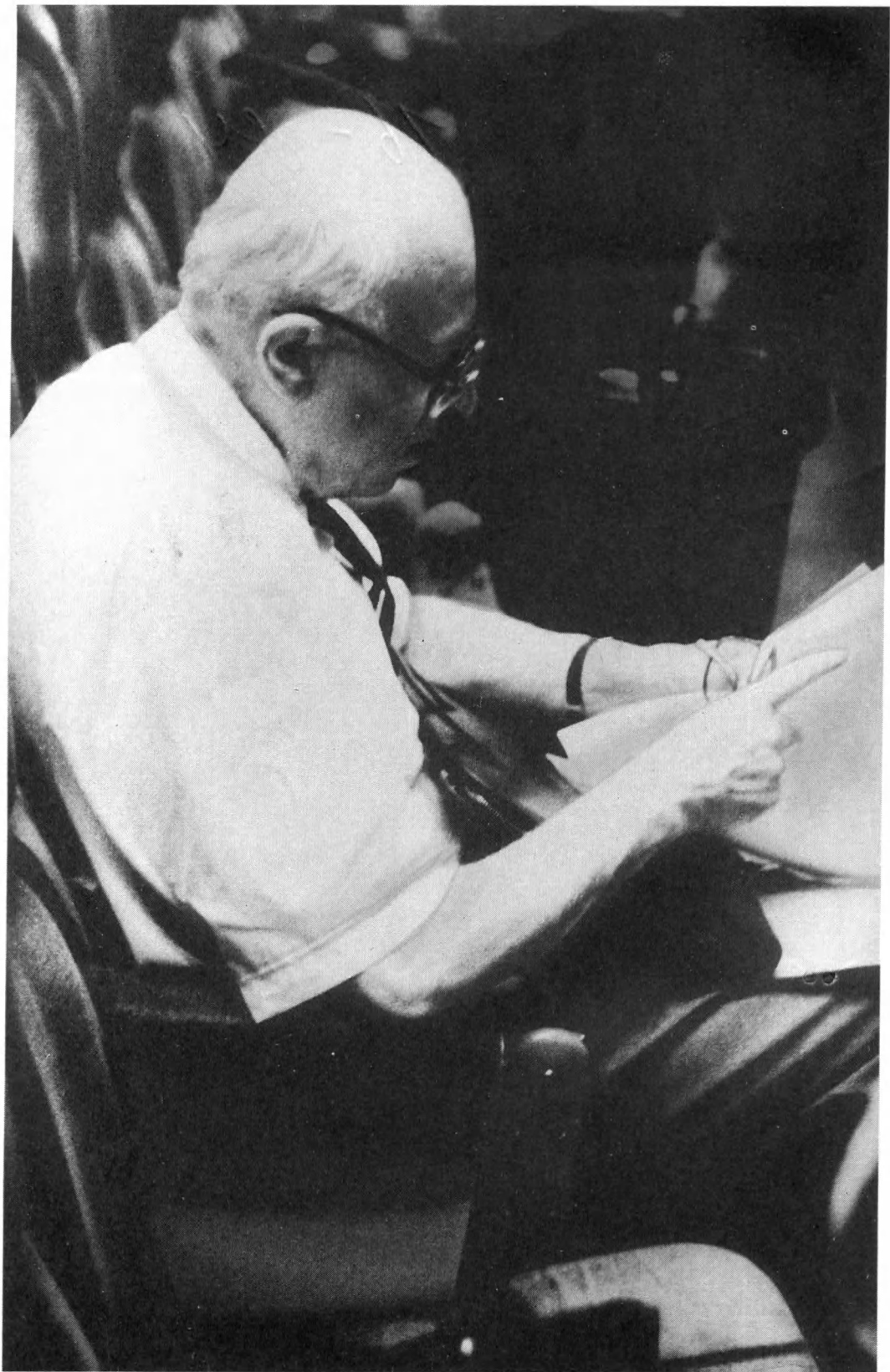
МАРТ-АПРЕЛЬ 2/90

ISSN 0044-3948

КОСМОНАВТИКА
АСТРОНОМИЯ
ГЕОФИЗИКА

ВСЕЛЕННАЯ





Академик Андрей Дмитриевич Сахаров

Научно-популярный журнал
Академии наук СССР и
Всесоюзного астрономо-
геодезического общества
Издается с января 1965 года
Выходит 6 раз в год
Издательство «Наука», Москва



Редакционная коллегия:

Главный редактор
Член-корреспондент АН СССР
В. К. АБАЛАКИН
Зам. главного редактора
Член-корреспондент АН СССР
В. М. КОТЛЯКОВ
Зам. главного редактора
Кандидат педагогических наук
Е. П. ЛЕВИТАН
Доктор географических наук
А. А. АКСЕНОВ
Академик
В. А. АМБАРЦУМЯН
Академик
А. А. БОЯРЧУК
Член-корреспондент АН СССР
Ю. Д. БУЛАНЖЕ
Кандидат технических наук
Ю. Н. ГЛАЗКОВ
Доктор физико-математических наук
А. А. ГУРШТЕЙН
Доктор физико-математических наук
И. А. КЛИМИШИН
Доктор физико-математических наук
Л. И. МАТВЕЕНКО
Доктор физико-математических наук
И. Н. МИНИН
Доктор физико-математических наук
А. В. НИКОЛАЕВ
Доктор физико-математических наук
И. Д. НОВИКОВ
Кандидат педагогических наук
А. Б. ПАЛЕЯ
Доктор физико-математических наук
Г. Н. ПЕТРОВА
Доктор геолого-минералогических наук
Г. И. РЕЙСНЕР
Доктор химических наук
Ф. Я. РОВИНСКИЙ
Доктор физико-математических наук
Ю. А. РЯБОВ
Академик
В. В. СОБОЛЕВ
Н. Н. СПАСКИЙ
Кандидат физико-математических наук
В. Г. СУРДИН
Доктор физико-математических наук
Ю. А. СУРКОВ
Доктор технических наук
Г. М. ТАМКОВИЧ
Доктор физико-математических наук
Г. М. ТОВМАСЯН
Академик АН МССР
А. Д. УРСУЛ
Доктор физико-математических наук
А. М. ЧЕРЕПАЩУК
Доктор физико-математических наук
В. В. ШЕВЧЕНКО
Кандидат географических наук
В. Р. ЯЩЕНКО

В НОМЕРЕ

- 3 МУХАНОВ В. Ф. О работах А. Д. Сахарова по космологии и гравитации
10 НЕСТЕРОВ В. В. ОВЧИННИКОВ А. А., ЧЕРЕПАЩУК А. М., ШЕФ-ФЕР Е. К. Астрометрический космический проект «Ломоносов»
18 ВИТЯЗЕВ А. В. Ранняя эволюция Земли
26 ШУКОЛЮКОВ А. Ю. Возраст метеоритов

ЭКОЛОГИЯ

- 33 ВИНОГРАДОВ Б. В. Эффективны ли аэрокосмические исследования в экологии!

ЛЮДИ НАУКИ

- 40 КАШИН Л. А. Михаил Дмитриевич Бонч-Бруевич

СИМПОЗИУМЫ, КОНФЕРЕНЦИИ, СЪЕЗДЫ

- 45 ДЖ. ЛИСКЕ, ЯЦКОВ Я. С. Обсуждение проблем фундаментальной астрометрии

ИЗ ИСТОРИИ НАУКИ

- 54 ЛЕСКОВ Л. В. Космос Ньютона
60 ЛАВРИНОВИЧ К. К. Улица Бесселя в Калининграде

ГИПОТЕЗЫ, ДИСКУССИИ, ПРЕДЛОЖЕНИЯ

- 63 ГНЕВЫШЕВ М. Н. Солнечная активность и биосфера
66 КОМАРОВ Ф. И., РАПОПОРТ С. И., БРЕУС Т. К. Новая концепция в гелиобиологии

ЛЮБИТЕЛЬСКАЯ АСТРОНОМИЯ

- 69 КОНОНОВИЧ Э. В. Полное солнечное затмение 22 июля 1990 года
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА В ПОМОЩЬ ЛЮБИТЕЛЯМ АСТРОНОМИИ
76 ГОРИНОВ А. А. Обработка результатов наблюдений метеоров на ПМК

АЭРОКОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

- 79 ПОЛТАВЕЦ Г. А. Снова в «Ястребке»
81 ГОЛЕНДУХИН В. Ю. Сириус смотрит на нас
82 МОРОЗОВ А. И у вас есть шанс

85 В ФЕДЕРАЦИИ КОСМОНАВТИКИ

КНИГИ О ЗЕМЛЕ И НЕБЕ

- 94 ХРГИАН А. Х. Популярная аэрономия

НОВОСТИ НАУКИ И ДРУГАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Новые книги [6, 24, 25, 44, 52, 59, 68]; На орбите — комплекс «Мир» [7]; Парение над планетой [9]; Изучение вулканов из космоса [16]; Вероятность катастрофы «Спейс Шаттла» [25]; Сероводород черноморской акватории [31]; Нефтяные моря на Титане [32]; Новое морское течение [32]; Возраст Солнца [32]; Изучается Сан-Францисская катастрофа [39]; Юбилей Пулковской обсерватории на советской почтовой марке [50]; Испытания адаптивной оптической системы ESO [51]; Климат теплеет [50]; Справочник наблюдателя [72]; Новые книги издательства «Наука» [62]; Солнце в октябре — ноябре 1989 года [74]; Наблюдайте новые кометы! [75]; Забываясь о завтрашнем дне космонавтики [80]; Памяти И. Ф. Шевлякова [84]; Ассоциация музеев космонавтики СССР [89]; Из новостей зарубежной космонавтики [90]; Загадочные ландшафты Венеры [91]; Лазерный отражатель на Луне [95]; Космос и искусство [96]

ZEMLYA I VSELENNAYA (Earth and Universe): Moscow, Maronovsky per. 26; f. 1965; 6 a year; publ. by the Nauka (Science) Publishing House; Joint edition of the USSR Academy of Sciences and the USSR Society of Astronomy and Geodesy; popular; current hypotheses of the origin and development of the earth and universe; astronomy, geophysics and space research; Chief Editor V. K. Abalakin, Deputies Editors V. M. Kotlyakov, E. P. Levitan.

Заведующая редакцией

Н. Г. Малинчук

Научные редакторы:

Н. М. Дудолодов
(космонавтика)

Э. К. Соломатина

(науки о Земле),

Э. А. Стрельцова

(астрономия)

Лит. сотрудник

И. В. Моисеев

Младший редактор

Г. В. Матросова

Художественный редактор

Е. А. Проценко

Корректоры: **В. А. Ермолаева,**

Л. М. Федорова

Обложку журнала оформила

Е. А. Проценко

Номер оформили:

Е. К. Тенчурина,

М. Р. Прохорова,

А. М. Поляк,

М. И. Россинская

Адрес редакции:

117049, Москва,

Мароновский пер., д. 26

ж-л «Земля и Вселенная»

Телефоны: 238-42-32

238-29-66

IN THIS ISSUE

- 3 MUKHANOV V. F. Andrei Sakharov's Works in Cosmology and Gravitation
10 NESTEROV V. V., OVCHINNIKOV A. A., CHEREPASHCHUK A. M., SCHAEFFER YE. K. The «Lomonosov» Astrometric Space Project
18 VITYAZEV A. V. The Early Evolution of the Earth
26 SHUKOLYUKOV A. Yu. The Age of Meteorites

ECOLOGY

- 33 VINOGRADOV B. V. Are Ecological Air — Space Studies Effective?

PEOPLE OF SCIENCE

- 40 KASHIN L. A. Mikhail Bonch — Bruyevich

SYMPOSIUMS, CONFERENCES, CONGRESSES

- 45 J. LISKE, YATSKIV YA. S. Discussing Problems of Fundamental Astrometry

FROM THE HISTORY OF SCIENCE

- 54 LESKOV L. V. Newton's Cosmos
60 LAVRINOVICH K. K. Bessel Street, Kaliningrad

HYPOTHESES, DISCUSSIONS, SUGGESTIONS

- 63 GNEVYSHEV M. N. Solar Activity and the Biosphere
66 KOMAROV F. I., RAPOPORT S. I., BREUS T. K. A New Concept in Heliobiology

AMATEUR ASTRONOMY

- 69 KONONOVICH E. V. Total Solar Eclipse of July 22, 1990

COMPUTERS FOR AMATEUR ASTRONOMERS

- 76 GORINOV A. A. Processing the Results of Meteor Sighting Using Personal Micro — Calculators

AEROSPACE EDUCATION

- 79 POLTAVETS G. A. Back to the «Yastrebov» Summer Camp
81 GOLENDUKHIN V. YU. Sirius Is Looking upon Us
82 MOROZOV A. And You Also Have a Chance

IN THE USSR FEDERATION OF COSMONAUTICS

BOOKS ABOUT THE EARTH AND THE SKY

- 94 KHRGIAN A. Kh. Popular Aeronomy

На 1-й странице обложки: Фрагмент
схемы космического эксперимента
«Ломоносов». Читайте статью на с. 10

На 4-й странице обложки: Космический
фотоснимок города Москвы. Съемка
выполнена со спутника «Ресурс-Ф1»
9 августа 1981 года камерой КФА-1000.
Масштаб изображения 1:270 000. Снимок
сделан с высоты полета 274 км. Разре-
шающая способность на местности 12 м

О работах А. Д. Сахарова по космологии и гравитации

Писать о работах Андрея Дмитриевича Сахарова в области фундаментальной физики с одной стороны просто, поскольку число этих работ не очень велико, с другой — необычайно трудно, так как каждая из них весьма глубока по содержанию, содержит большое число идей и сейчас еще рано, да, пожалуй, и невозможно в полной мере оценить их значимость. Отчасти это связано с тем, что работы А. Д. Сахарова почти всегда «опережали время», и в них содержатся результаты, которые, на мой взгляд, привлекут должное внимание и будут оценены по достоинству лишь через десятилетия. Поэтому цель этой заметки не в том, чтобы как-то оценить вклад Сахарова в науку, а дать представление читателю о тех проблемах, над которыми в последнее время работал Андрей Дмитриевич. Естественно, я затрону здесь ту область, где являюсь специалистом, а именно космологию и гравитацию. Я надеюсь, что работы А. Д. Сахарова по ядерной физике, куда, как известно, он внес весьма значительный вклад, будут подробно освещены в других статьях.

Космология в последние годы находится «на подъеме», в стадии бурного развития. Не покидает ощущение, что еще шаг, и мы поймем не только как устроена наша Вселенная, но и как она образовалась. Сейчас можно считать твердо установленным, что мы живем в расширяющейся Вселенной. Удаленные галактики убегают от нас со скоростью, пропорциональной расстоянию до них. Во Вселенной, кроме частиц, из которых состоят галактики, существует также электромагнитное тепловое реликтовое излучение, которое однородно заполняет все пространство. Отсюда следует, что в прошлом средняя плотность вещества была гораздо выше, чем сейчас, оно было распределено в высокой степени однородно и изотропно. Сразу же возникает

вопрос, каким образом в такой Вселенной могли образоваться галактики, звезды, планеты, которые представляют собой существующие неоднородности в распределении вещества. Это может произойти, если с самого начала во Вселенной присутствовали **малые затравочные возмущения плотности вещества**. Вопросу об их природе и была посвящена одна из первых работ А. Д. Сахарова по космологии, опубликованная в 1965 году. А. Д. Сахаров предположил, что в качестве начальных возмущений следует рассматривать **квантовые возмущения** в распределении материи и сформулировал основные положения теории таких космологических возмущений. Эта идея опередила развитие науки в данной области на 15 лет. Лишь в восьмидесятых годах была построена согласованная теория квантовых космологических возмущений и показано, что такие возмущения действительно оказываются достаточными для образования галактик и их скоплений. Чтобы пояснить, что следует понимать под квантовыми возмущениями, кратко остановимся на вопросе о том, что представляет собой вакуум с точки зрения современной физики. В отличие от обыденной точки зрения, согласно которой вакуум — «абсолютная пустота», для физика вакуум — «среда», весьма богатая с точки зрения физических процессов, которые в ней происходят. Как известно, в квантовой механике, согласно знаменитому соотношению неопределенности, произведение неточностей скорости и координаты частицы всегда превышает некоторое конечное значение. Аналогичные соотношения имеют место и для физических полей, например, для электромагнитного поля. Роль координаты в данном случае играет напряженность магнитного поля, а роль скорости — напряженность электрического поля. Ясно, что ни при каких условиях



На Международном семинаре по квантовой гравитации (Москва, 1977 год):

Академики А. Д. Сахаров и Я. Б. Зельдович



А. Д. Сахаров беседует с известным английским космологом С. Хоукингом

нельзя сделать так, чтобы эти напряженности одновременно равнялись нулю, поскольку это противоречит фундаментальному соотношению неопределенностей. Поэтому в принципе даже в самом «пустом» пространстве напряженности физических полей всегда отличны от нуля. Поля флуктуируют относительно нулевых средних значений, и такие флуктуации (или возмущения) неизбежно должны быть и в распределении плотности вещества даже в «самом однородном мире». Именно об этих флуктуациях шла речь в работе А. Д. Сахарова.

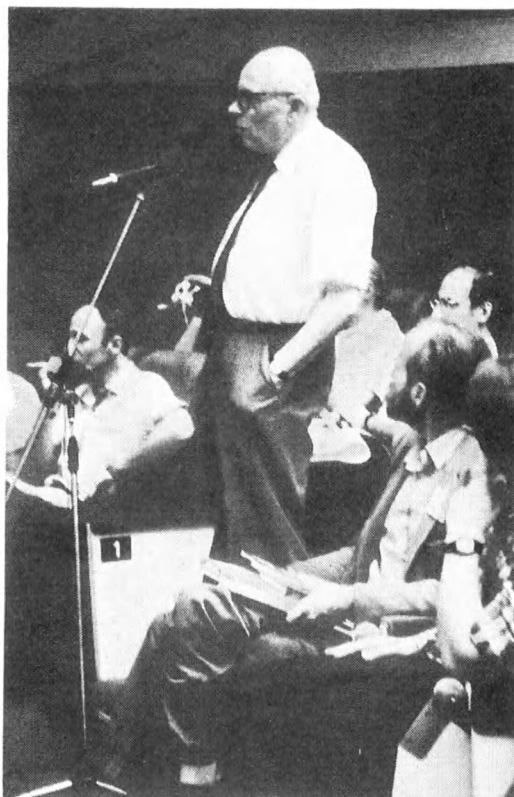
Физический вакуум, как мы видим, — некая среда, в которой напряженности физических полей всегда ненулевые. В 1967 году А. Д. Сахаров предложил использовать свойства этой среды с тем, чтобы понять **природу и происхождение гравитационных сил**. Как известно, А. Эйнштейн объяснял суть гравитационных сил тем, что пространство-время искривлено, имеет сложную геометрию. А. Д. Сахаров поставил вопрос о причинах искривления пространства-времени, предложил сделать еще один шаг с тем, чтобы на более фундаментальном уровне понять причину «искривленного» пространства-времени и происхождение гравитационной постоянной, определяющей силу гравитационного взаимодействия. Согласно идее Сахарова, гравитационная постоянная характеризует свойство «упругости» вакуума, сопротивляющегося искривлению пространства. Здесь прослеживается явная аналогия с твердым телом, где постоянная упругости характеризует упругость материала, сопротивляющегося деформации. При таком подходе гравитационную постоянную следует рассматривать уже не как фундаментальную физическую константу, а как **феноменологическую постоянную**, аналогичную постоянной упругости, вычисляемую на основе более фундаментальной физической теории, описывающей свойства вакуума. Хотя данная идея и нуждается в дальнейшей разработке (не вполне ясно ее будущее), тем не менее она настолько красива, что авторы ряда монографий по гравитации и космологии не смогли удержаться, чтобы не включить ее в ряд с другими, ставшими уже классическими результатами в данной области.

Обратимся теперь к одной из основных, наиболее часто цитируемых работ А. Д. Сахарова, где были заложены основы объяснения наблюдаемой **барионной асимметрии Вселенной**. Как известно, все атомные ядра состоят из протонов и нейтронов, которые принадлежат одному семейству элементарных частиц — они называются **барионами**. Суммарное число протонов и

нейтронов сохраняется во всех известных физических экспериментах (закон сохранения барионного заряда). Для каждой элементарной частицы существует античастица и при аннигиляции большого числа частиц и античастиц должна выделяться огромная энергия, в том числе и в виде электромагнитного излучения. Таких процессов не наблюдается и, поэтому, естественно предположить, что в окрестности нашей Галактики все вещество состоит только из барионов и нет сколь-либо значительного количества антибарионов (антивещества). Конечно, нельзя полностью исключить того, что в удаленных областях нашей Вселенной могут существовать и антигалактики. Однако эту гипотезу очень трудно совместить с астрономическими наблюдениями. Поэтому естественно допустить, что во Вселенной нет значительного количества антивещества, и в этом случае барионный заряд должен быть ненулевым. Понять происхождение барионной асимметрии не столь просто, поскольку более естественна гипотеза, что начальный барионный заряд мира при рождении Вселенной равен нулю.



В 1967 году А. Д. Сахаров показал, что в нестационарной расширяющейся Вселенной **может генерироваться барионный заряд**, если только скорости реакций взаимного превращения для частиц и античастиц различны (нарушение комбинированной четности, открытой экспериментально в 1965 году), и если к тому же барионный заряд не сохраняется. В то время, когда была опубликована работа, идея о несохранении барионного заряда казалась довольно необычной. В конкретной модели, рассмотренной Сахаровым, протон **не стабилен** и распадается на более легкие частицы. Однако время жизни протона столь велико, что обнаружение его распада в то время было далеко за пределами существовавших экспериментальных возможностей. Лишь спустя почти десятилетие, в связи с созданием теорий, объединяющих сильные, слабые и электромагнитные взаимодействия, вопросы о сохранении барионного заряда и распаде протона были сформулированы на качественно новом уровне. При этом, как оказалось, нарушение закона сохранения барионного заряда и нестабильность протона — естественные следствия этих теорий. Для проверки гипотезы о распаде протона (время жизни которого, согласно теоретическим оценкам, весьма велико, более 10^{31} лет) в настоящее время строятся огромные, весьма дорогостоящие, установки и есть надежда, что в ближайшее время нестабильность протона будет обнаружена. С тех пор работы А. Д. Сахарова по барионной асимметрии Вселенной при-



А. Д. Сахаров на Международной конференции, посвященной столетию со дня рождения А. А. Фридмана (Ленинград, 1988 год)

влекают внимание большого числа исследователей. В настоящее время эта проблема является одной из ключевых в современной космологии и интенсивно исследуется. В ряде работ, выполненных А. Д. Сахаровым в семидесятих годах, идеи о барионной асимметрии Вселенной получили дальнейшее весьма существенное развитие.

Наконец, остановлюсь кратко на тех проблемах, над которыми работал А. Д. Сахаров в период изоляции в Горьком, когда, согласно официальным источникам, он «отошел от научной деятельности». В это время Андрей Дмитриевич обратился к изучению наиболее глубоких, фундаментальных проблем физики, связанных с происхождением нашей Вселенной, с природой Времени.

Поскольку Вселенная расширяется, то в прошлом, около десяти миллиардов лет тому назад, она должна была начать это расширение из сверхплотного состояния в результате некоторого первотолчка — Большого взрыва. Что послужило причиной Большого взрыва, как описать состояние Вселенной в начальный момент, что было до того, как Вселенная начала расширяться и что с ней произойдет, если она в будущем опять сожмется, — вот круг вопросов, которые анализировались в последних работах Сахарова, опубликованных в период его пребывания в Горьком. В настоящее время окончательных ответов на

эти вопросы нет. Чтобы разрешить возникающие проблемы, А. Д. Сахаровым были предложены **многолистные (осциллирующие) модели Вселенной с поворотом стрелы времени.**

После возвращения из Горького, несмотря на огромную общественную деятельность, поглощавшую массу времени, Андрей Дмитриевич находил время для науки и занимался научно-организационной работой. Он регулярно принимал участие в семинарах по теоретической физике, проводимых в Физическом институте имени П. Н. Лебедева, участвовал в работе Международного семинара по квантовой гравитации в Москве в 1987 году, сделал обзорный доклад по барионной асимметрии Вселенной на Международной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения А. А. Фридмана в Ленинграде в 1988 году.

В последнее время А. Д. Сахаров возглавлял Научный совет по космологии и микрофизике, созданный при Президиуме АН СССР, был членом Президиума АН СССР.

В. Ф. МУХАНОВ

кандидат физико-математических наук

(Фото А. И. Зельникова)

НОВЫЕ КНИГИ

«Созвездие»

Одиннадцать статей различных авторов вошли в сборник «Созвездие» (М.: Московский рабочий, 1989, составители В. А. Митрошенков, Е. Е. Митрошенкова), посвященный людям, стоявшим у истоков советской космонавтики и своей научной, технической и организаторской деятельностью сделавшими возможным прорыв человечества в космос.

Открывает сборник статья С. Королева «О практическом значении научных и технических предложений К. Э. Циолковского в области ракетной техники»,



к ней приложен хронологический перечень важнейших публикаций К. Э. Циолковского и книг о его жизни и творчестве.

Читатель найдет в книге очерки о В. И. Вернадском (автор — В. Городинская), А. Л. Чижевском (Ю. Сенчуков), А. А. Штернфельде (И. Шустер), В. Ф. Болховитинове (В. Митрошенков), М. В. Келдыше (М. Маров), С. П. Королеве (Е. Малаховская), Г. Н. Бабакине (М. Борисов), первом председателе «Интеркосмоса» Б. Н. Петрове (А. Крикуненко). Завершают книгу статьи Н. Кирдоды «Скульптурные памятники "космической" Москвы» и В. Гончарука «Они открывали дорогу к звездам» (о почтовых марках и значках, отображающих «в лицах» историю отечественной космонавтики).

Сборник представляет собой не только галерею портретов выдающихся деятелей отечественной науки, но и панораму основных «узлов» истории ракетной и космической техники в СССР.

На орбите — комплекс «Мир»

После операций, связанных с перестыковкой корабля «Союз ТМ-8» на осевой стыковочный узел переходного отсека станции «Мир», осуществленной 12 декабря 1989 года, Александр Викторенко и Александр Серебров продолжили расконсервацию модуля «Квант-24». Космонавты произвели объединения источников электропитания модуля и базового блока, а также систем сбора и передачи на Землю телеметрической информации. Затем подготовили к работе установки «Электрон» и «Вика», предназначенные для получения кислорода методом электролиза воды.

19 декабря начались эксперименты по дальнейшему изучению воздействия факторов открытого космического пространства на полимерные и композиционные материалы, элементы радиоэлектронной аппаратуры. Информация о состоянии образцов, установленных на внешней поверхности модуля дооснащения, поступает на Землю по телеметрическим каналам.

В соответствии с программой дальнейших работ научно-исследовательского комплекса «Мир» 20 декабря в 6 ч 31 мин московского времени в Советском Союзе произведен запуск автоматического грузового корабля «Прогресс М-2». 22 декабря в 8 ч 41 мин московского времени осуществлена его стыковка с пилотируемым комплексом «Мир» со стороны модуля «Квант». Доставлены топливо для объединенной двигательной установки станции, продукты, вода, оборудование. Среди прибывшей

на борт научной аппаратуры — изготовленная в США и предназначенная в соответствии с коммерческим соглашением для проведения биотехнологических экспериментов на комплексе «Мир».

В последующие дни экипаж проводил эксперименты по космическому материаловедению и биологии, астрофизические исследования, регламентно — профилактические работы (был заменен блок гидронасосов системы терморегулирования). Космонавты прошли запланированное медицинское обследование с использованием пневмовакуумного костюма «Чибис».

На установке «Галлар» методом направленной кристаллизации выращивались полупроводниковые монокристаллы арсенида галлия и теллура кадмия. С помощью магнитного спектрометра «Мария» продолжались измерения потоков элементарных заряженных частиц высоких энергий в околоземном космическом пространстве.

18 января с использованием двигателей грузового корабля «Прогресс М-2» проведена коррекция орбиты комплекса.

Программой полета экипажа предусмотрен значительный объем работ в открытом космосе. 8 января Александр Викторенко и Александр Серебров осуществили выход с целью установки двух звездных датчиков, предназначенных для повышения точности системы ориентации комплекса. Кроме того, с внешней поверхности 1 станции демонтированы образцы различных материалов, длительное время экспонировавшихся в условиях открытого космического пространства. Работа в космосе длилась 2 ч 56 мин.

11 января продолжился демонтаж образцов материалов на внешней поверхности станции и был перемонтирован стыковочный

узел комплекса, что заняло 2 ч 54 мин.

26 января выход впервые отсек модуля дооснащения, в автономном режиме испытывался новый скафандр «Орлан-ДМА», на внешней стабилизированной платформе гермоблока установлена телекамера, демонтирована антенна системы сближения «Курс». Продолжительность пребывания в открытом космосе составила 3 ч 02 мин.

1 февраля во время выхода в космос впервые испытана установка для передвижения космонавта за пределами пилотируемого комплекса. С установкой работал Александр Серебров. Управляя работой двигателей, он удалялся от орбитального комплекса на расстоянии до 33 м, совершал маневрирование в пространстве, развороты. Космонавты пробыли в космосе 4 ч 59 мин.

5 февраля завершились испытания установки для автономного перемещения космонавтов и новой системы шлюзования и выхода специализированного модуля «Квант-2». По программе испытаний Александр Викторенко отрабатывал различные режимы управления движением, удаляясь от орбитального модуля на расстоянии до 45 м. Им выполнены эксперименты по исследованию радиационной обстановки вблизи орбитального комплекса. Все это заняло 3 ч 45 мин.

Таким образом, экипажем совершено пять выходов в космос, общая продолжительность пребывания вне станции составила 17 ч 36 мин.

11 февраля 1990 года в 9 ч 16 мин московского времени в Советском Союзе осуществлен запуск космического корабля «Союз ТМ-9», пилотируемого экипажем в составе командира Героя Советского Союза, летчика-космонавта СССР Соловьева Ана-

толия Яковлевича и бортинженера Баландина Александра Николаевича.

Анатолий Яковлевич Соловьев родился 16 января 1948 года в Риге. В 1968 году поступил в Черниговское высшее военное авиационное училище летчиков имени Ленинского комсомола. После его окончания служил в Военно-Воздушных Силах. В 1976 году зачислен в отряд космонавтов. В 1977 году окончил школу летчиков испытателей. Свой первый космический полет А. Я. Соловьев совершил в июне 1988 года в качестве командира советско-болгарского экипажа, проводившего исследования и эксперименты на борту орбитального комплекса «Мир».

Александр Николаевич Баландин родился 30 июля 1953 года в городе Фрязино Московской области. После окончания в 1976 году Московского высшего технического училища имени Н. Э. Баумана работает в НПО «Энергия». Принимал участие в разработках перспективной космической техники.

В отряд космонавтов А. Н. Баландин зачислен в 1978 году. Прошел полный курс подготовки к полетам на корабле «Союз ТМ» и орбитальном комплексе «Мир», готовится к полетам на орбитальном корабле многообразного использования.

13 февраля 1990 года в 9 ч 38 мин московского времени осуществлена стыковка пилотируемого корабля «Союз ТМ-9» с орбитальным комплексом «Мир». Космонавты приступили к выполнению совместных работ и экспериментов на борту научно-исследовательского комплекса.

В рамках программы биотехнологических исследований с 14 по 17 февраля на **электрофоретической установке «Ручей»** отработывалась технология очистки инсулина в условиях микрогравитации.

Проводились и эксперименты с биологическими объектами, доставленными на корабле «Союз ТМ-9». Среди них — высшие растения, культура ткани животного и растительного происхождения, амфибии. В эксперименте **«Магнитогравистат»** изучалось влияние неоднородного магнитного поля на развитие высших растений в условиях космического полета. На установке **«Биокристал»** 17 февраля завершилось выращивание монокристаллов различных белковых соединений. В этот день закончился и первый из запланированной серии биотехнологических экспериментов с использованием научной аппаратуры, изготовленной в США в соответствии с коммерческим соглашением.

15 февраля по программе геофизических исследований космонавты выполнили эксперимент по оценке оптических характеристик земной атмосферы.

16 февраля выполнялся эксперимент **«Резонанс»** — определялись динамические характеристики орбитального комплекса, представляющего собой сложную космическую систему.

Начата первая серия исследований по изучению воздействия факторов открытого космоса на структуру и свойства ферромагнитных материалов. В них используется **аппаратура «Феррит»**, рабочий блок которой в январе установлен на внешней поверхности модуля

«Квант-2».

В связи с завершением своего полета на борту научно-исследовательского комплекса «Мир» Александр Викторенко и Александр Серебров выполняли проверки системы управления движением корабля «Союз ТМ-8», проводили тренировки в пневмовакuumном костюме «Чибис», имитирующем земное тяготение, знакомили своих товарищей с размещением научной аппаратуры, доставленной грузовым кораблем и установленной в базовом блоке и модуле дооснащения «Квант-28».

19 февраля 1990 года в 7 ч 36 мин московского времени после выполнения запланированных работ на борту научно-исследовательского комплекса «Мир» Александр Викторенко и Александр Серебров возвратились на Землю. Спускаемый аппарат космического корабля «Союз ТМ-8» совершил посадку в заданном районе в 55 км северо-восточнее города Аркалык.

Указами Президиума Верховного Совета СССР за успешное осуществление космического полета и проявленные при этом мужество и героизм Герои Советского Союза летчики-космонавты СССР А. С. Викторенко и А. А. Серебров награждены орденами Октябрьской Революции.

По материалам ТАСС
Продолжение следует

Парение над планетой

Наша авиационно-космическая промышленность готовилась к созданию и испытаниям средства передвижения космонавта (СПК) в открытом космосе давно. Но, видимо, время тогда еще не пришло, не находилось задач для его практического применения.

Минуло более 20 лет от первых чертежей и самолетных испытаний. И вот, наконец, пришло время, когда такие космические аппараты стали необходимы. Появился и полигон для их испытаний — орбитальный пилотируемый комплекс «Мир». К базовому блоку пристыкованы уже два модуля «Квант», в недалеком будущем ожидается стыковка еще двух крупных модулей.

Снаружи комплекса — частокол солнечных батарей, антенн, датчиков, двигателей, радиаторов, научных приборов... Все чаще и чаще космонавтам требуется работать вне станции. Чего только не делали они: устанавливали солнечные бата-

реи, звездные датчики, монтировали и демонтировали научные приборы, занимались ремонтом двигательной установки, снимали антенну, помогали стыковаться модулю «Квант»... Маршруты по внешней поверхности станция все длиннее и, прямо скажу, не безопасны — и фал может запутаться, и скафандр зацепиться.

СПК, разработанное на машиностроительном заводе «Звезда» (там же, где и космические скафандры) под руководством генерального конструктора Гая Ильича Северина позволяет летать в окрестностях орбитального комплекса, вращаться вокруг центра масс. Космонавт может транспортировать груз от прибывшего корабля, производить осмотр станции, операции технического обслуживания, прийти на помощь коллеге, терпящему бедствие на орбите. Необходимо оно и при сборке больших конструкций, полей энергетических спутников, антенн, межпланетных кораблей.

Два выхода в открытый космос для испытания СПК совершили космонавты А. Серебров и А. Викторенко. До сих пор перед

глазами момент, когда космонавт отпустил поручни причала и полетел рядом со станцией. Их связывал только тросс. Затем опробовались различные режимы управления, космонавты удалялись до 45 м от своего космического жилища. Выполнен эксперимент «Спин» (измерялись рентгеновское и гамма-излучения вблизи станции «Мир»), произведена съемка станции со стороны.

Приятно сознавать, что труд творческих коллективов конструкторских бюро, Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина, Центра управления полетом увенчался успехом. Создано надежное универсальное космическое средство передвижения.

Испытан комплекс средств по обеспечению выхода с крупногабаритными грузами, автономная система жизнеобеспечения, модифицированный скафандр, дуплексная связь, страховочная лебедка, само СПК, методы пилотирования.

СПК может использоваться в беспилотном варианте с дистанционным управлением. На нем можно установить роботов-манипуляторов и посылать их в опасные зоны. Нетрудно представить и подводный аналог СПК.

Ю. Н. ГЛАЗКОВ
летчик-космонавт СССР
кандидат технических наук



Космонавтика

Астрометрический космический проект «Ломоносов»

В. В. НЕСТЕРОВ

доктор физико-математических наук

А. А. ОВЧИННИКОВ

А. М. ЧЕРЕПАЩУК

доктор физико-математических наук

Е. К. ШЕФФЕР

кандидат физико-математических наук

Государственный астрономический институт
имени П. К. Штернберга МГУ



ЗАЧЕМ НУЖЕН НОВЫЙ КАТАЛОГ

Основные результаты наблюдений небесных объектов — информация об их положении, фотометрических и спектральных характеристиках — суммируются в каталогах (Земля и Вселенная, 1985, № 3, с. 62.— Ред.). Использование каталогов в практических и научных целях всегда подразумевает

В нашей стране успешно разрабатывается многоцелевой астрометрический космический эксперимент.

экстраполяцию содержащихся в них данных, ведь, образно говоря, наблюдения проводились вчера, каталог составляется сегодня, а использоваться будет завтра. Точность каталогов неизбежно

падает с течением времени: меняются положения звезд вследствие собственных движений и параллакса, их блеск и цвет тоже зачастую переменны. Если сегодня положение звезды определено с точностью до десятых долей секунды, то через 10—20 лет оно будет содержать ошибку, измеряемую уже целыми секундами.

Но сейчас для получения фундаментальных результа-

тов в астрономии необходим каталог, включающий координаты нескольких сотен тысяч звезд всего неба с точностью $0,005\text{--}0,010''$ на протяжении нескольких десятков лет, а также фотометрические сведения о них с точностью до $0,05^m$ в нескольких цветах. Для создания такого каталога необходимы многократные наблюдения, выполняемые с еще большей точностью.

Однако на поверхности Земли достичь точности массовых измерений, более высокой, чем $0,10''$, принципиально невозможно. Предел повышению точности обусловлен локальными флуктуациями атмосферы, недостаточной стабильностью избранных направлений, задающих нуль-пункты, а также несовершенство измерительных инструментов, подверженных воздействию силы тяжести. Увеличение числа наблюдений практически не ведет к повышению точности после достижения предельной величины. Так, Полярная звезда за последние триста лет наблюдалась тысячи раз, однако координаты ее нам по-прежнему известны с точностью всего лишь в несколько сотых долей секунды дуги. Наилучшая из ныне существующих систем отсчета — международный каталог FK5 содержит сведения о 1670 звездах с точностью $0,03\text{--}0,10''$.

ИСПОЛЬЗУЯ ВОЗМОЖНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

Из всех технических новинок и новейших методов только астрометрический спутник дает реальную надежду построить для всей небесной сферы однородную систему отсчета, которая имела бы точность на 1—2 порядка превышающую предельную для наземных наблюдений. Эта система свободна от локальных неоднородностей и глобальных

различий, имеющих место в настоящее время между двумя полушариями небесной сферы. Использование спутника позволит избежать искажений, присущих наземным астрометрическим наблюдениям, и добиться высокой производительности научных измерений.

Создание высокоточной координатной системы всего неба, которой можно было бы пользоваться достаточно долгое время, что обеспечило бы решение целого ряда прикладных и фундаментальных задач, и было основной целью разработки советского астрометрического проекта «Ломоносов». Эта цель должна быть достигнута в результате комплексной работы, основой которой является космический эксперимент, то есть организация наблюдений звезд с телескопом, установленным на борту искусственного спутника Земли. Разработку проекта ведут Государственный астрономический институт имени П. К. Штернберга МГУ, НПО имени С. А. Лавоочкина, Государственный оптический институт имени С. И. Вавилова, ВНИИ телевидения. В ближайшее время должен решаться вопрос о его финансировании.

Важная составная часть проекта — наземное обеспечение космического эксперимента, включающее создание входного каталога 400 тыс. звезд и проведение высокоточных наземных наблюдений звезд и других небесных объектов.

Конкретно программа наблюдений эксперимента «Ломоносов» включает:

— все звезды до $10,0^m$ (около 400 тыс., то есть около 10 звезд на квадратный градус сферы);

— более слабые (до $13,0^m$) звезды (около 8 тыс.), уже отобранные для программы «Hipparcos» Европейского космического агентства (Земля и Вселенная,

1989, № 1, с. 69.— Ред.);

— около 30 наиболее ярких источников внегалактического излучения;

— около 40 тел Солнечной системы (больших и малых планет).

В ходе реализации проекта с борта космического аппарата (КА) будут измеряться угловые расстояния между вышеперечисленными объектами. Наземные наблюдения избранных небесных объектов позволяют осуществить абсолютную привязку будущего каталога к экваториальной системе координат. В результате будет составлен покрывающий все небо каталог, включающий положения, собственные движения и параллаксы 400 тыс. звезд до 10^m с точностью до $0,002\text{--}0,010''$. Каталог будет сохранять достаточную точность в течение 30—50 лет. Его первая версия может быть получена уже в 1996 году.

ОЖИДАЕМЫЙ РЕЗУЛЬТАТ

Одним из фундаментальных результатов проекта «Ломоносов» станет создание долгоживущей высокоточной системы координат. Она необходима для нужд наземной астрометрии, геодинамики, геодезии, изучения кинематики Солнечной системы и так далее.

В частности, будут определены абсолютные собственные движения во сто крат большего количества звезд и во многие сотни раз более слабых, чем в сопоставимых по точности звездных каталогах (FK4, FK5). Точность данных будет в 5—10 раз выше, чем в сопоставимых по объему каталогах — AGK3 и SAO. Для достижения подобных результатов с Земли потребовалось бы около ста лет работы.

Абсолютные положения будут определены в 10—30 раз точнее, чем в ката-

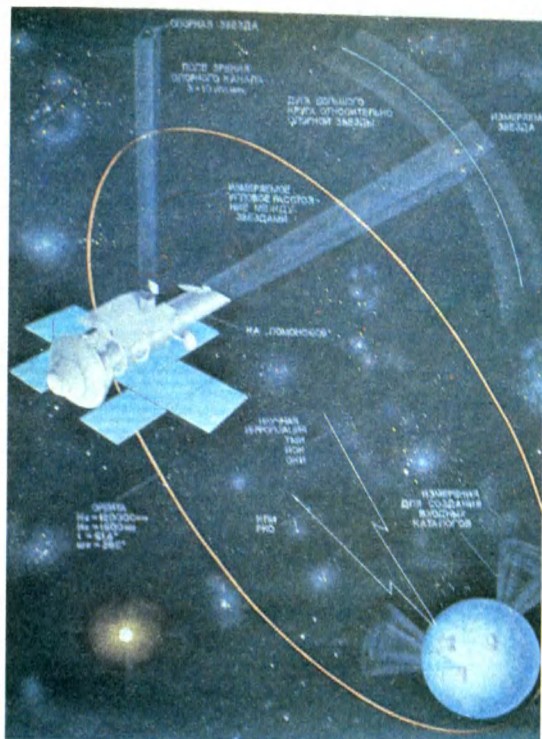
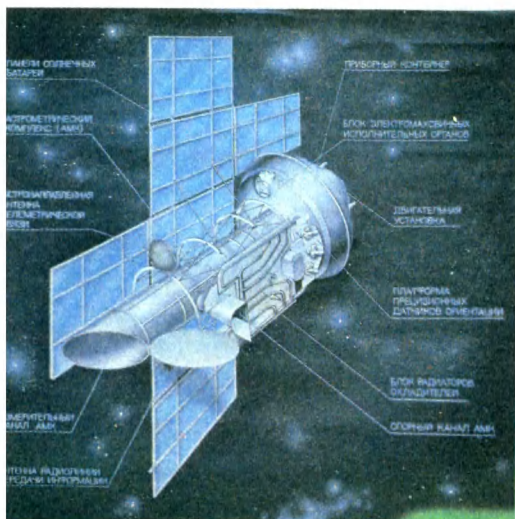


Схема космического эксперимента «Ломоносов»



Космическая астрометрическая
обсерватория «Ломоносов»

логе FK5. Что еще важнее — будет достигнута равномерная по всей небесной сфере точность, в частности преодолены различия системы в северном и южном полушариях, неизбежные при наземных наблюдениях.

Абсолютизация координатной системы будет осуществлена в результате совместных наблюдений с борта КА звезд и источников внегалактического излучения (квазаров), звезд и тел Солнечной системы. С другой стороны, эти же связи устанавливаются по наблюдениям небесных объектов с поверхности Земли классическими оптическими методами, а квазаров — с помощью метода радиоинтерферометрии. Таким образом, каталог проекта «Ломоносов» может стать представлением наилучшей из осуществимых к настоящему времени абсолютных систем координат.

Абсолютизация координатной системы ведет к преодолению серьезных систематических ошибок в исследованиях таких процессов, как галактическое вращение и дифференциальное вращение звезд в окрестностях Солнца; движения отдельных групп звезд, спиральных рукавов Галактики; движения звезд, перпендикулярные галактической плоскости. Кроме того, абсолютизация дает возможность определить связь между динамической системой отсчета (планеты, Луна) и абсолютной геометрической системой; исследовать негравитационные эффекты в движении Луны и релятивистские эффекты в движении других тел Солнечной системы; установить систему отсчета для измерения прецессии оси Земли и получить в результате более точные данные об особенностях внутреннего строения Земли; установить систему отсчета для изучения векового

движения полюсов Земли, перемещений литосферных плит и вариаций моментов инерции Земли; установить систему отсчета для изучения вековых эффектов в движении планет и уточнения их масс.

ВКЛАД В ЗВЕЗДНУЮ АСТРОНОМИЮ И АСТРОФИЗИКУ

Осуществление проекта «Ломоносов» позволит получить новую информацию и в области звездной астрономии и астрофизики. Наиболее существенное здесь — получение абсолютных тригонометрических параллаксов большого количества звезд с высокой относительной точностью. В настоящее время имеются сведения о параллаксах около 10 тыс. звезд, главным образом северного полушария неба. Из них лишь 5 % имеют относительные ошибки, не превышающие 10 %. После реализации проекта «Ломоносов» параллаксы сотен тысяч звезд будут измерены с абсолютной точностью 0,001—0,002", а значит и определены расстояния до них, при этом резко (до 10 раз) увеличится объем обследованного пространства, граница которого окажется уже в 1000 пк от Земли.

Увеличение в 5 раз точности определения параллаксов позволит во столько же раз увеличить точность определения расстояний до звезд. А это значит, что светимости звезд на расстоянии в 10 пк будут определены с ошибкой всего лишь 0,04%. Появится также возможность определения тригонометрических параллаксов отдельных членов звездных скоплений, в частности Гиад, что существенно уточнит наши сведения о расстоянии до этого скопления, исходного при установлении шкалы расстояний во Вселенной.

Увеличение в 1000 раз объема пространства, в котором определены тригонометрические параллаксы, означает, что впервые могут быть измерены параллаксы звезд класса В главной последовательности диаграммы Герцшпрунга — Расселла и гигантов класса К и М, определены их светимости. Параллаксы F- и G-звезд главной последовательности (их около 15 тыс. в радиусе 75 пк при яркости выше 11^m) можно использовать для изучения зависимости их светимости от химического состава.

Число двойных систем, в которых массы звезд можно будет определить с погрешностью менее 15 %, возрастает примерно в 10 раз.

Наблюдения за собственными движениями небесных объектов позволяют определить их пространственные скорости и орбиты в Галактике, а при экстраполяции по шкале времени на сотни миллионов лет назад — локализацию очагов звездообразования.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ

Космический эксперимент, который предстоит осуществить в рамках проекта «Ломоносов», в общих чертах сводится к следующему. На борту космического аппарата КА устанавливается телескоп системы Кассегрена с эквивалентным фокусным расстоянием 50 м, диаметром главного зеркала 1 м (при фокусе 4 м) и безаберрационным полем зрения $6'$, или 90 мм. Система апертурных зеркал, находящихся перед входом в телескоп, собирает в одно поле зрения изображения двух звезд (а точнее, двух участков небесной сферы), разделенных на небе угловым расстоянием около 90° . Своим взаимным положением апертурные зеркала должны создавать высокостабильный

эталон угла. В процессе эксперимента будет измеряться отличие истинного углового расстояния между звездами от эталонного значения.

В качестве приемной регистрирующей аппаратуры предлагается применять матрицы ПЗС, состоящие из 800×800 элементов (Земля и Вселенная, 1987, № 5, с. 43.— Ред.). Линейные размеры каждого элемента 15×15 мкм, что соответствует 0,06". Анализ сигналов матрицы с помощью специальных цифровых алгоритмов позволяет найти расстояние между звездами в поле зрения с точностью до 0,3 мкм, что составляет около 0,001".

Стратегия проведения эксперимента заключается в том, что аппарат наводится одной из оптических осей на избранную звезду (условно называемую опорной), находящуюся в антисолнечном направлении. Затем аппарат поворачивается вокруг этой оси так, что вторая его оптическая ось, перпендикулярная первой, наводится на одну из так называемых программных звезд. По достижении пространственной стабилизации КА производится регистрация изображений обоих (опорной и программной) звезд на матрице ПЗС. После этого КА поворачивается вокруг направления на опорную звезду, регистрируя при этом изображение остальных программных звезд, лежащих в плоскости, перпендикулярной направлению на опорную звезду. Попутно производятся фотометрические измерения программных звезд и спектрофотометрические — опорных.

Основное требование к устройству КА — возможность быстрой переориентировки его с последующей трехосной стабилизацией. Необходимо, чтобы после постепенного набора скорости вокруг заданной оси она составляла бы около $0,5^\circ/\text{с}$.

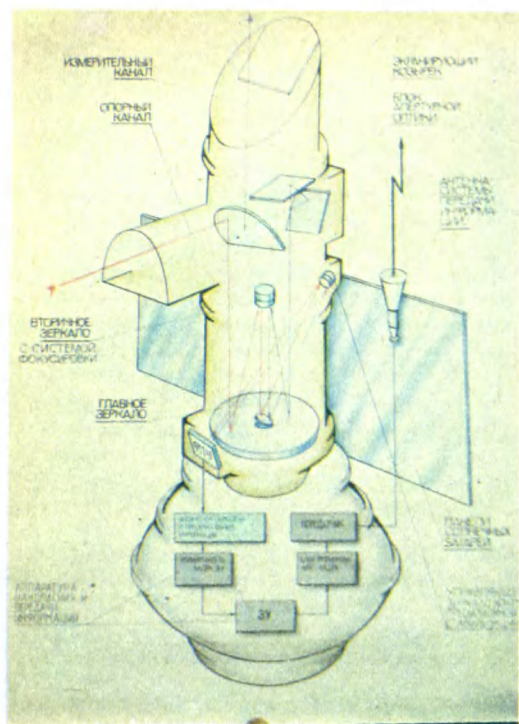


Схема астрометрического комплекса

Точность ориентации КА по совершению разворота должна быть не хуже $1-2'$. Остаточные угловые скорости КА после завершения трехосной ориентации не должны превышать $0,4''/с$. При этих условиях, считая, что от измерения к измерению КА должен в среднем разворачиваться на $1,25^\circ$, можно производить 2—3 измерения в минуту, или около 1,2 млн измерений за год «чистого» времени.

Особенности телескопа и характеристики матриц ПЗС позволяют накопить на матрице за 1 с от звезды $10,0^m$ класса А0 около $4 \cdot 10^4$ электронов. Учитывая, что изображение звезды распределяется на 4×4 элемента матрицы, находим, что для достижения фотометрической точности 1 % при наблюдении

слабых звезд (10^m) требуется экспозиция до 4 с. Максимальное время экспозиции для очень слабых объектов (например, квазаров) может достигать сотен секунд. Время экспозиции программных звезд задается бортовой ЭВМ автоматически.

Выбор орбиты КА обусловлен необходимостью минимизации различных помех: световых помех от Земли и Луны, помех от радиационных поясов Земли на матрицы ПЗС. Кроме того, была учтена желательность как можно дольшего нахождения КА на полезной части орбиты. В результате была выбрана 48-часовая орбита с апогеем около 120 тыс. км. Наклон плоскости орбиты к плоскости эклиптики должен составлять $50-60^\circ$, что позволит уменьшить сезонное влияние магнитосферного хвоста Земли, создающего на матрицах ПЗС дополнительные помехи.

Для выполнения совокуп-

ности наблюдений космического эксперимента в оптимальном режиме необходимо заранее рассчитать все углы поворотов КА, то есть иметь в своем распоряжении список всех звезд будущего каталога с приближенными координатами (входной каталог). Составление его — важная и трудоемкая задача, которая решается на основе фотографических материалов наблюдений обсерваторий СССР в обоих полушариях, а также данных международного астрографического каталога «Карты неба».

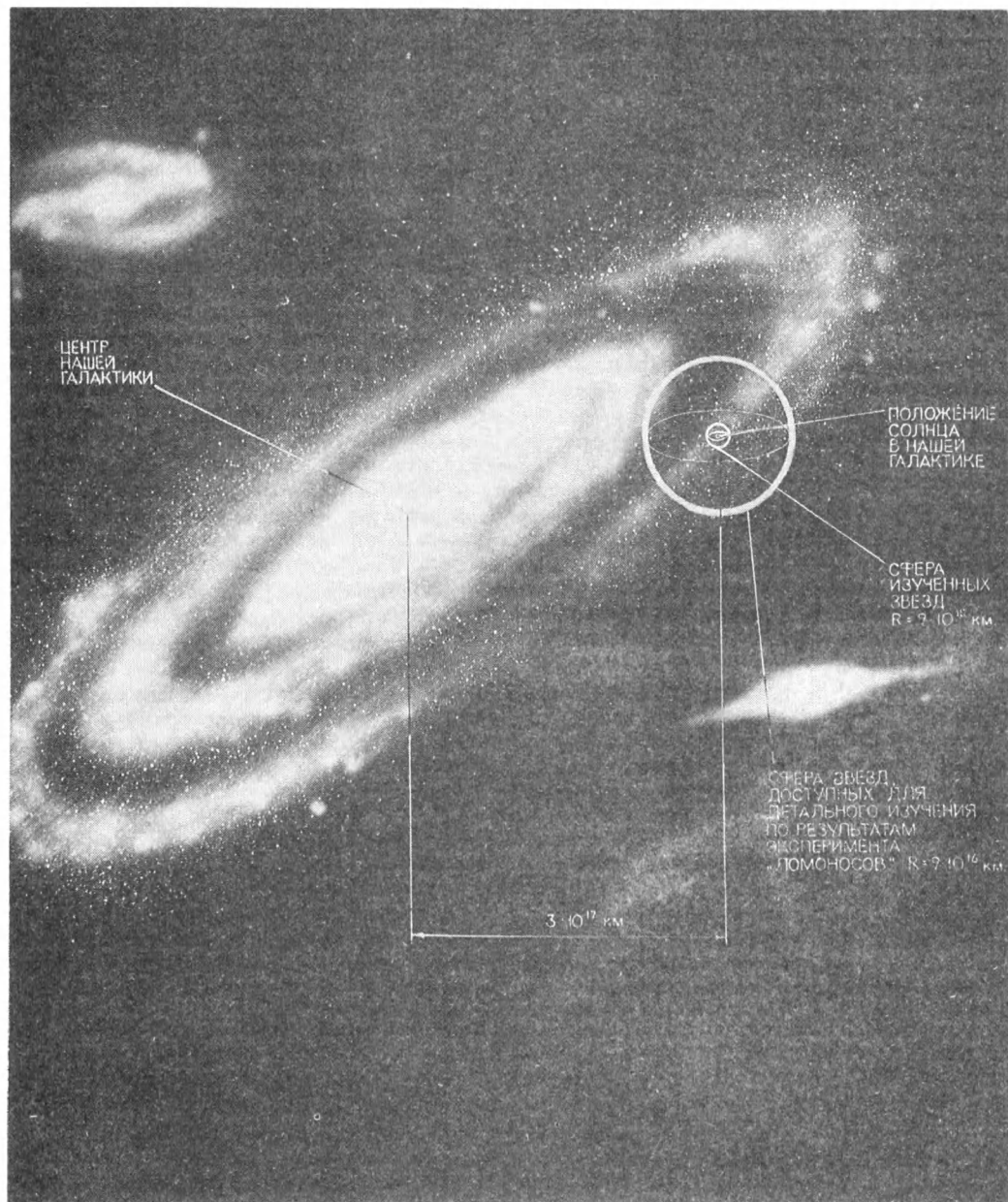
Со входным каталогом непосредственно связано планирование космического эксперимента и его оптимизация. Это необходимо для проведения максимального количества независимых измерений в минимальные сроки и получения как можно лучше обусловленной системы уравнений на заключительной стадии, необходимой для восстановления координат по измеренным расстояниям между звездами. В оптимальном плане должны быть обеспечены:

- отбор в качестве опорных звезд (примерно 3000) в полосе $\pm 35^\circ$ вокруг эклиптики, которые должны быть одиночными, непременными, относительно яркими ($7-9^m$), хорошо отождествимыми на фоне остальных, а их координаты — определенными с достаточно высокой точностью;

- подбор к каждой из опорных звезд пояса, отстоящего от нее на 90° , шириной соответствующего полю зрения телескопа (все звезды пояса считаются программными);

- покрытие этими поясами всего неба;

- наблюдения каждой программной звезды по меньшей мере с двумя опорными так, чтобы между последними угловое расстояние было бы близко к 90° (это необходимо для восста-



новления координат по угловым расстояниям между звездами);

- двукратное наблюдение каждой звезды с интервалом между наблюдениями около полугода, что необходимо для определения параллаксов;

- разделение собственных движений и параллаксов;

- проверка расстояния

Одним из фундаментальных результатов проекта «Ломоносов» станет 1000-кратное увеличение объема пространства, доступного для детального изучения

обозреваемого участка неба от Солнца, Земли и Луны и проверка попадания астероидов и больших планет в поле зрения телескопа;

— возможность выбора из всей совокупности измерений только тех, которые позволяют составить итоговый каталог по ограниченному количеству звезд (около 20 тыс.).

После завершения всех измерений перед составлением итогового каталога потребуются приведение всей совокупности наблюдений в единую систему координат

и времени. Необходимо будет решить систему линейных уравнений, каждое из которых связывает данное конкретное измерение с 10 неизвестными (по 5 для каждой из звезд).

Заключительная стадия проекта — абсолютизация системы координат, в ходе которой осуществляется ее привязка к различным системам физических тел.

«HIPPARCOS» И «ЛОМОНОСОВ»

Проведение массовых астрометрических и фотометрических измерений с помощью телескопа, установленного на КА, осуществлено, как известно, и в проекте «Hipparcos», разрабатывавшемся с 1975 года Европейским космическим агентством. В программу этого проекта вошли около 100 тыс. специально отобранных звезд яркостью до 13^m. Каждая из них должна была наблюдаться 60—80 раз при точности одного наблюдения около 0,01". Основной инструмент наблюдений — телескоп системы Шмидта, установленный на искусственном спутнике Земли, с фокусным расстоянием 140 см и диаметром входного зрачка 29 см. Два поля зрения

0,9×0,9°, разделенных на небе углом 58°, проецируются в единую фокальную плоскость.

Запуск спутника «Hipparcos» был осуществлен 8 августа 1989 года. Однако аппарат не вышел на расчетную орбиту, поэтому у специалистов появились сомнения в возможности полностью выполнить программу исследований (подробнее об этом можно прочитать в предыдущем номере нашего журнала. — Ред.).

В проектах «Ломоносов» и «Hipparcos» применены различные способы обзора небесной сферы и принципиально различные методы регистрации положений звезд в фокальной плоскости. В западноевропейском проекте обзор небесной сферы осуществляется в результате вращения КА и прецессии оси вращения, поэтому для расчетов координат звезд необходимо точное знание положения оси вращения КА в пространстве и угловой скорости вращения.

Проекты также различаются принципами регистрации положений звезд в фокальной плоскости: в советском проекте изображение пар звезд регистрируется одновременно, в западноевропейском — регистрация раз-

делена во времени, что приводит к значительному усложнению обработки данных.

Если для проекта «Ломоносов» необходим входной каталог положений звезд с точностью 1—3", то для реализации проекта «Hipparcos» — на порядок выше, для чего потребовалось около пятнадцати лет наземных наблюдений, выполнявшихся большим коллективом ученых. В результате стоимость входного каталога сравнялась со стоимостью всего космического эксперимента.

Преимущество проекта «Ломоносов» еще и в том, что привязка звезд к ярким квазарам будет проводиться уже в ходе эксперимента. Координатную же систему, полученную в результате осуществления проекта «Hipparcos», можно будет привязать к квазарам только после реализации американского проекта «Космический телескоп», начало которого намечено на 1990 год.

Советский и западноевропейский проекты могли бы хорошо дополнить друг друга, если определить и исключить возможные ошибки методов, а тем самым повысить достоверность получаемых научных данных.

Информация

Изучение вулканов из космоса

Международная группа ученых из Института изучения Луны и планет (Хьюстон, штат Техас, США) и Открытого университета (Милтон-Кейнс, Великобритания) обработала данные теплового излучения Земли, полученные с американского спутника «Landsat» за 1984—1987 годы. Анализ космических снимков показал: инфракрасная радиация земной поверхности в районах активного вулканизма существенно отличается от инфракрасной радиации иных областей.

Особенно поражают снимки,

полученные в одном из северных районов Чили — они явно свидетельствуют о том, что расположенный здесь вулкан находится в стадии подготовки к извержению. Тепловой поток, излучаемый этим активным вулканом, в 1986 году внезапно резко сократился, упав до самого низкого уровня, а затем последовало сильное извержение. Это наблюдение подтвердило предположение, что вулканы подобного типа могут извергаться взрывообразно. Как это происходит? Значительное количество воды с поверхности Земли проникает в область расплавленных пород в ее недрах. Обычно циркуляция подповерхностных вод в какой-то мере охлаждает вулканическую систему. Однако если нормальная циркуляция влаги блокируется и нару-

шается ее отток, влага вскипает, вызывая в закрытом пространстве мощный взрыв.

Космические наблюдения вулкана Эрта-Але в Эфиопии позволили новым способом определить в этом районе параметры теплового потока из недр. Оказалось, что тепловой поток из лавовых озер кратера Эрта-Але вдвое больше, чем его оценили в начале 70-х годов.

Специалисты разрабатывают методику постоянных и широкомасштабных наблюдений теплового потока в вулканических районах с помощью спутников. Это будет способствовать созданию более надежного прогноза вулканических катастроф.

ЖУРНАЛ «ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ»

Журнал «ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» стремится знакомить читателя с оригинальными концепциями и идеями всех общественных наук, предоставляя свою «площадь» социологам и экономистам, философам и правоведам, политологам и историкам, литературоведам и психологам. Девиз журнала — «дайте свободно мыслить». Он означает утверждение истинного плюрализма в изложении научных идей, предоставление рубрик журнала самым разным направлениям и школам.

Одна из самых «горячих» рубрик журнала «К современной концепции социализма». Авторы этой рубрики пытаются найти ответы на волнующие наше общество вопросы: какой социализм мы построили, можно ли было избежать его деформации, в каком обществе мы сейчас живем и к какому обществу нас ведет перестройка.

«Национальный вопрос в обновляющемся обществе», — пожалуй, наиболее острая рубрика журнала. В ней рассматриваются наиболее острые проблемы межнациональных отношений, национальные платформы неформальных движений, пути возрождения национального самосознания русского и других народов СССР.

Существенное место на страницах журнала отводится взаимоотношениям общества и церкви, ее роли в нравственном обновлении народа. В рубрике «История современности» освещаются «белые пятна» в истории страны.

Журнал начал публиковать никогда не издававшиеся в нашей стране работы русских и зарубежных мыслителей. В их числе Н. Бердяев, П. Сорокин, С. Франк, Х. Ортега-и-Гассет, З. Фрейд...

«ОБЩЕСТВЕННЫЕ НАУКИ» — журнал не только для ученых, но и для преподавателей, аспирантов и студентов, журналистов, членов молодежных политических клубов. В помощь учителям истории и обществоведения публикуются материалы, дающие современную трактовку событий советского периода истории, актуальных экономических, правовых и социальных проблем, литературных явлений.

Журнал выходит в издательстве «Наука» шесть раз в год. Подписка принимается всеми отделениями связи без ограничения с любого месяца. Стоимость одного номера — 1 руб. 50 коп. Индекс журнала 70677.

Ранняя эволюция Земли

А. В. ВИТЯЗЕВ

доктор физико-математических наук
Институт физики Земли АН СССР

ПЕРВИЧНАЯ ЗЕМЛЯ — ОГНЕННО-ЖИДКАЯ ИЛИ ХОЛОДНАЯ?

В начале нашего века большой популярностью пользовалась концепция об **огненно-жидком состоянии первичной Земли**. Космогоническая гипотеза Канта — Лапласа, да и многие другие, отличаясь во многом, сходились в одном — планетам Солнечной системы предшествовали газо-жидкие сгустки, нагретые до очень высокой температуры. Казалось естественным, что позднее остывание и сжатие планеты должно было привести к складкообразованию и появлению на поверхности Земли обширных горных областей.

Со временем концепция горячей первичной Земли подверглась критике, особенно после открытия радиоактивных элементов, а потом и в связи с развитием геодезии, гравиметрии, сейсмологии, минералогии и петрологии. В 50-х годах вся совокупность накопленных данных о Земле заставила полностью отказаться от гипотезы огненно-жидкой первичной Земли.

В развитие идей о **холодной первичной Земле** большой вклад внесли советские ученые — академики В. И. Вернадский и О. Ю. Шмидт. Основатель отечественной школы планетной космогонии О. Ю. Шмидт высказал ряд глубоких идей о происхождении и первичном со-



Когда в начале 50-х годов идея о первично огненно-жидкой раскаленной планете сменилась представлениями об изначально холодной Земле, вряд ли можно было думать, что вскоре маятник качнется в обратную сторону, хотя и с меньшей амплитудой. И тем не менее, в науках о Земле на наших глазах рождается новая парадигма: эволюция Земли началась задолго до окончания ее аккумуляции. Еще в ходе своего образования первичная Земля испытала значительный нагрев, частичное плавление и дифференциацию, обусловленные столкновениями с крупными телами.

стоянии Земли и обосновал важность комплексного подхода к изучению ее эволюции (Земля и Вселенная, 1982, № 3, с. 6.— Ред.).

Появление палеомагнитных методов исследования горных пород, развитие способов измерений потоков тепла и газов из земных недр, становление океанологии и глобальной метеорологии — все это создало разветвленную систему наук о Земле. Космонавтика позволила получить огромное количество данных не только о нашей планете, но и о других телах Солнечной системы. Прошлое Земли предстало частью общей проблемы происхождения и эволюции планет. Появившиеся со временем физико-химические методы изотопной геохронологии дали уникальную возможность проверять гипотезы о существовании и длительности отдельных эволюционных стадий Земли, в том числе и на предшествующих этапах ее формирования в газопылевом облаке, вращавшемся вокруг молодого Солнца.

В соответствии с планом О. Ю. Шмидта, одновременно шли исследования по теории происхождения планет и разработке моделей эволюции Земли, основанных на идее об ее холодном начальном состоянии. Теория аккумуляции планет из допланетных тел, развивавшаяся в Институте физики Земли АН СССР, постепенно наполнялась количественными оценками основных процессов эволюции протопланетного облака.

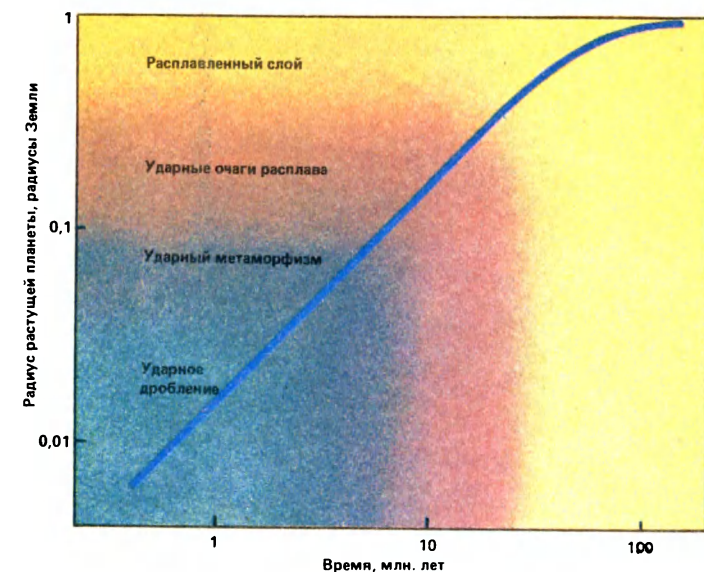
К началу 70-х годов в теории аккумуляции планет

удалось получить замечательные результаты. В. С. Сафронов оценил массы и скорости планетезималей, формирующих планеты, и оценки его легли в основу определения времени **роста планет**. Оказалось, что Земле потребовалось примерно 40 млн лет, чтобы набрать 50 % своей массы. К концу аккумуляции рост нашей планеты замедлился, и 95—97 % своей массы она набирала уже 100 млн лет. Оставшиеся планетезимали (в сумме примерно 3—5 % массы Земли) выпадали на ее поверхность в последующие сотни миллионов лет. По-видимому, с их ударами связано отсутствие геологических данных о ранних этапах эволюции Земли. Следы этой «поздней бомбардировки» до сих пор сохранились на Луне. Сделанные В. С. Сафроновым оценки позднее подтвердились численными расчетами и в нашей стране и за рубежом. И что очень важно, данными изотопной космохронологии (йод-ксеронометром).

В. С. Сафронов разработал также метод для оценки **температуры растущей Земли**, нагреваемой ударами падающих на нее тел. Если считать, что поперечные размеры крупнейших из них были порядка 100 км, то центральные области сформировавшейся Земли должны были нагреться примерно до 1500 °С, что составляет четверть температуры плавления на этих глубинах, а в верхнем слое толщиной в 100—1000 км температура приблизилась к температуре плавления силикатов. На основе этих температурных оценок были предложены схемы эволюции первичной квазиоднородной планеты.

ПЕРВЫЕ МОДЕЛИ

Главной проблемой в построении моделей эволюции было описать **происхождение**



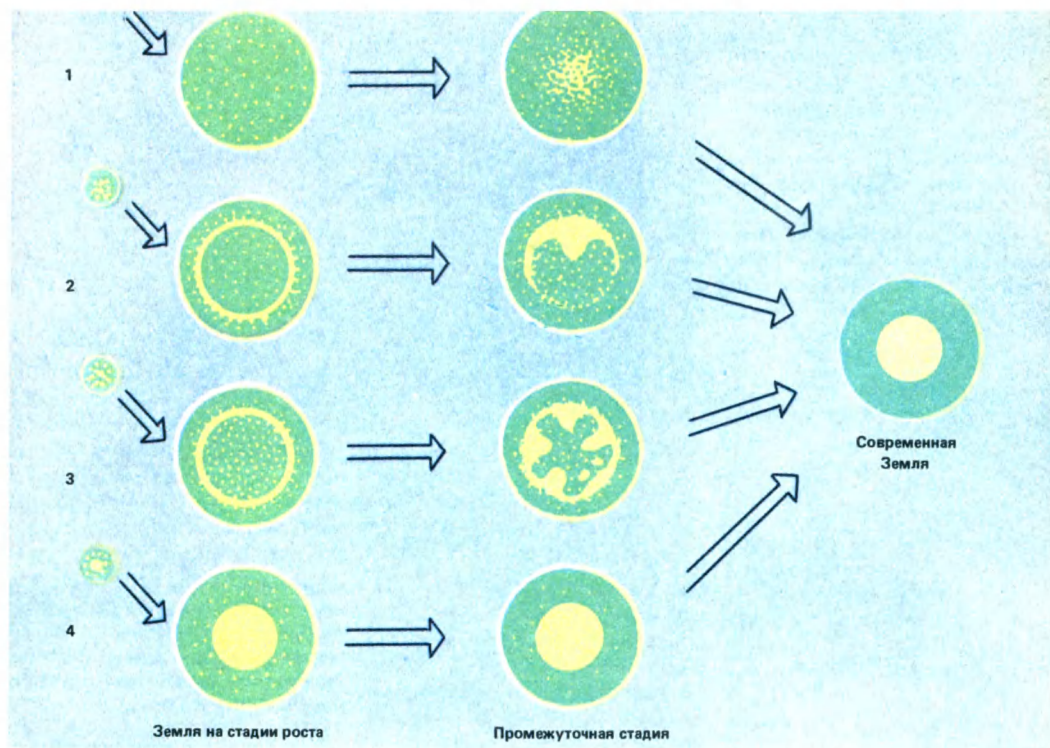
ние земного ядра. Допустим, что первичное вещество состоит из двух фракций — тяжелой («железо») и легкой («силикаты»), и проследим процесс отделения тяжелой компоненты от легкой, а затем опускания ее к центру под действием силы тяжести.

Одну из первых моделей эволюции первичной квазиоднородной планеты предложил голландский ученый В. Эльзассер. Согласно его схеме, благодаря радиоактивному распаду температура в приповерхностном слое образовавшейся Земли через несколько миллионов лет достигла температуры плавления первичного вещества (смесь силикатов и железа). Тяжелая компонента этого расплавленного слоя опускалась к его основанию и при малой вязкости расплава это могло происходить довольно быстро. Однако положение тяжелого слоя, располагавшегося поверх более легкого (смесь силикатов и железа), хотя и достаточно вязкого слоя, не устойчиво. Поэтому этот тяжелый слой стремится разбиться на «капли», размер которых определяется и мощностью обоих

Рост прото-Земли со временем (для наглядности график построен в логарифмическом масштабе). По мере роста увеличивались относительные скорости столкновения планетезималей с растущей планетой, а значит, возрастала и энергия, выделявшаяся при ударах (возрастание энергии показано цветовым переходом от серого к желтому). Сначала энергии хватало только для дробления поверхностных пород планеты, затем — для нагревания, частичного плавления и испарения вещества в месте удара. Нагрев планеты ударами крупных тел приводит к образованию расплавленного слоя, который в промежутках между ударами затягивается тонкой корой, не показанной здесь из-за ее малой толщины

слоев, и их плотностью, и вязкостью.

В. Эльзассер полагал, что при достаточно вязких нижележащих слоях скорее всего образуется небольшое число капель, которые довольно быстро опускаются к центру. В принципе это может быть даже всего одна, но большая



капля; опускаясь, она формирует крайне неоднородную картину образования первичного ядра. В дальнейшем ядро может расти по мере разогревания оболочки, причем вклад энергии, выделяющейся при распаде радиоактивных урана, тория и калия, а также энергии гравитационной дифференциации — при расслоении Земли, оказываются примерно одинаковыми и в сумме составляют $2\text{—}2,5 \cdot 10^{38}$ эрг.

Возможен и иной вариант, когда образуется несколько не очень крупных капель. Если их опускание сдерживается вязкостью нижележащих слоев, то при движении вниз они могут подпитываться тяжелой компонентой. Картина расслоения в этом случае в общем более симметрична, хотя здесь есть тонкие детали, зависящие от характера первичного нагрева и осевого вращения пла-

Некоторые сценарии происхождения земного ядра: 1 — постепенное опускание тяжелой компоненты к центру в модели первично однородной планеты, 2 — образование приповерхностного расплавленного слоя и опускание одной большой капли к центру, 3 — опускание нескольких небольших капель, 4 — ядро планеты растет одновременно с ростом ее массы, если характерное время дифференциации вещества много меньше времени ее роста

неты. Для симметричной модели удалось провести расчет тепловой эволюции, в котором в качестве источников тепла рассматривались как радиоактивные элементы, так и гравитационная дифференциация вещества.

Рассматривались и другие схемы расслоения первичной однородной планеты, в них весь описанный процесс при-

влекается лишь для формирования небольшого начального ядра. Последующий рост ядра идет за счет дифференциации вблизи границы ядра — тяжелая компонента поступает в ядро, а легкая поднимается в верхнюю оболочку планеты.

Модели подобного типа продолжают привлекать исследователей и безусловно представляют интерес, однако некоторые новые данные поставили под сомнение их исходный постулат о **низкой температуре образовавшейся Земли**. Данные о возрасте лунных пород, а также свидетельства о дифференцированной структуре Меркурия с его столь же древней, как и у Луны, поверхностью — все это говорит о том, что по крайней мере некоторые планеты земной группы еще в своей древней истории — 4—4,5 млрд лет назад — прошли через этап

весьма интенсивного плавления. На то же самое указывают и многочисленные образцы метеоритного вещества — ахондриты и железные метеориты, попадающие на Землю из астероидного пояса. Абсолютный возраст древнейших дифференцированных хондритов явно говорит о том, что **плавление и дифференциация вещества** в магматических резервуарах примитивных тел могли идти одновременно с **аккумуляцией планет**.

Примерно в то же время, когда были получены эти новые данные, в науках о Земле развернулась бурная дискуссия вокруг концепции глобальной тектоники литосферных плит (Земля и Вселенная, 1989, № 4, с. 78.— Ред.). В спор вступили и геохимики. Появились первые изотопные модели, в которых рассматривался обмен веществом между химическими резервуарами континентальной и океанической земной коры, верхней и нижней мантии, между атмосферой и гидросферой Земли. И все больше исследователей стало склоняться к концепции весьма раннего возникновения слоистой структуры нашей планеты (подразумевалось, конечно, что состав и мощность первичных оболочек сильно отличались от современных). В результате к концу 70-х годов данные сравнительной планетологии и данные наук о Земле поставили под сомнение всю концепцию первоначально холодной Земли. Окончательно ее скомпрометировала теория планетной космогонии, та самая, что на первых порах укрепила эту концепцию, уводя от гипотезы «горячей» первичной Земли. В нашем журнале этот вопрос уже возникал при обсуждении модифицированного варианта теории происхождения планет Солнечной системы (Земля и Вселенная, 1988,

№ 2, с. 25.— Ред.). Обсудим его подробнее.

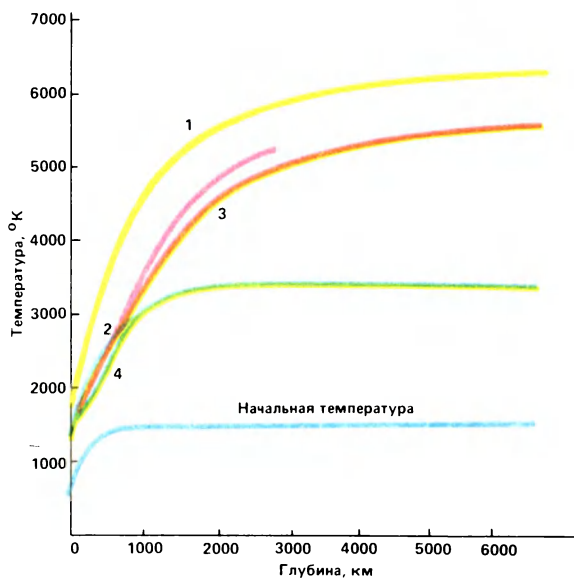
КАКОГО РАЗМЕРА ТЕЛА СТАЛКИВАЛИСЬ С РАННЕЙ ЗЕМЛЕЙ?

Более двадцати лет обсуждался вопрос, каких размеров были крупнейшие тела, сталкивавшиеся с растущими планетами. В 50—60-х годах многие считали, что уже на ранних стадиях будущие планеты значительно оторвались по массе от остальных допланетных тел в своих зонах питания. И такое предположение не вызывало особых возражений. Действительно, допланетные тела, создавшие самые большие видимые кратеры на Луне и других телах Солнечной системы, по размеру не превышали 50—100 км. В конце 60-х годов В. С. Сафронов попытался оценить размеры крупнейших тел, выпадавших на планеты в процессе их роста. В первую очередь он постарался установить, каким должен быть отрыв по массе между двумя растущими телами, одно из которых (зародыш будущей планеты) с самого начала имело несколько большую массу (а значит, и большее эффективное сечение столкновения с прочими телами), по сравнению со следующим за ним по размеру и массе телом. Из полученного В. С. Сафроновым асимптотического выражения следовало, что с течением времени отрыв по массе растет, пока не достигнет величины порядка 10^3 , то есть пока **масса будущей планеты не станет в тысячу раз больше массы крупнейшего тела в ее зоне питания**. Та же самая оценка следовала и из развития идеи О. Ю. Шмидта об обусловленности наклонов осей вращения планет столкновениями с наибольшими телами — при разумных предположениях было получено, что массы этих тел составляют одну

тысячную массы планеты. Казалось бы, совпадение результатов двух независимых способов оценок однозначно решает вопрос о величине крупнейших тел, сталкивавшихся с планетами — эти крупнейшие тела много меньше планет.

Однако более детальный анализ, проведенный автором статьи совместно с Г. В. Печерниковой, показал: когда система состоит из множества конкурирующих между собой тел, полученное В. С. Сафроновым асимптотическое значение отношения масс крупнейших тел не применимо. Дело в том, что отрыв по массе в такой системе просто не успевал произойти, так что **массы крупнейших сталкивавшихся тел могли быть сравнимы**. Нам удалось показать, что столкновения с подобными телами (близкие к центральным), а особенно на ранних стадиях, вполне могут быть «забыты» растущей планетой — они сглаживаются многочисленными последующими столкновениями с меньшими телами. Учет возможных сближений и столкновений растущих планет с телами лунных размеров позволил решить старые задачи планетной космогонии об относительных расстояниях планет, об эксцентриситетах и наклонах планетных орбит, о периодах их вращения, а главное — показать, что столкновения растущих планет с телами тысячекилометровых размеров неизбежно должны были привести к **интенсивному нагреву недр и началу дифференциации вещества еще в ходе аккумуляции планет**, а отнюдь не после ее окончания.

Таким образом, идеи о столкновении Земли (вернее, прото-Земли) с телом, имеющим массу Меркурия или даже Марса, которую в последнее время некоторые исследователи привлекают



Модели тепловой эволюции первоначально однородной Земли (кривые показывают распределение температуры с глубиной к современному моменту). Модель 1, соответствующая самой высокой температуре, построена с учетом энергии, выделившейся при гравитационной дифференциации (вынос тепла конвекцией не учитывался). В моделях 2 и 4, дающих самую низкую температуру, учитывался нагрев только радиоактивными элементами. Промежуточные значения температуры получены в модели 3, в которой учтены и гравитационная дифференциация и тепловая конвекция. Начальная температура соответствовала ранним оценкам В. С. Сафронова (1969 год)

для объяснения образования Луны, имеют под собой определенные теоретические основания. Были проведены модельные расчеты столкновения прото-Земли с массивным телом, имеющим массу $\sim 0,1$ массы Земли. Для различных начальных условий (температура вещества сталкивающихся тел, их расположение и относительная скорость) исследовались состояния вещества во время столкновения и траек-

тории частиц, разлетающихся после удара. Расчеты показали, что во время удара прото-Земля нагревается до очень высоких температур, вещество плавится, часть его испаряется. Происходит ударный взрыв, выброшенное при взрыве вещество частично падает обратно на планету, частично уходит в межпланетное пространство, а некоторая его доля остается на околопланетных орбитах. При определенном сочетании параметров удара в результате столкновения формируется массивный околоземный диск, его вещества вполне достаточно для образования Луны.

Весьма интересным оказалось приложение идеи о столкновениях с крупнейшим телом к образованию Меркурия. При таких столкновениях на заключительной стадии формирования он мог потерять значительную часть своей первичной силикатной оболочки. Модель эта обсуждалась на специальной конференции, посвященной изучению Меркурия, в 1986 году в США. Она может объяснить и дефицит планетного вещества в зоне Меркурия, и обогаще-

ние Меркурия железом, и определенный избыток (1—2 %) силикатного вещества у Венеры по сравнению с Землей, а кроме того некоторую нерегулярность, наблюдающуюся в относительных массах и расстояниях планет земной группы.

Итак, теоретический вывод о существовании в далеком прошлом Солнечной системы большой популяции крупных лунообразных тел оказался весьма плодотворным. И не только для лучшего понимания того, каким было начальное состояние Земли и происхождение системы Земля—Луна, но и для более детального представления о других планетах земной группы.

Еще раз с уважением хочется вспомнить классиков — В. И. Вернадского и О. Ю. Шмидта, которые, может быть, недооценивали одни факты и идеи и переоценивали другие, но абсолютно верно уловили основную тенденцию развития наук о Земле — во главу исследований они ставили комплексный подход, интегрирующий все данные, добытые различными научными дисциплинами.

НОВЫЙ КЛАСС МОДЕЛЕЙ

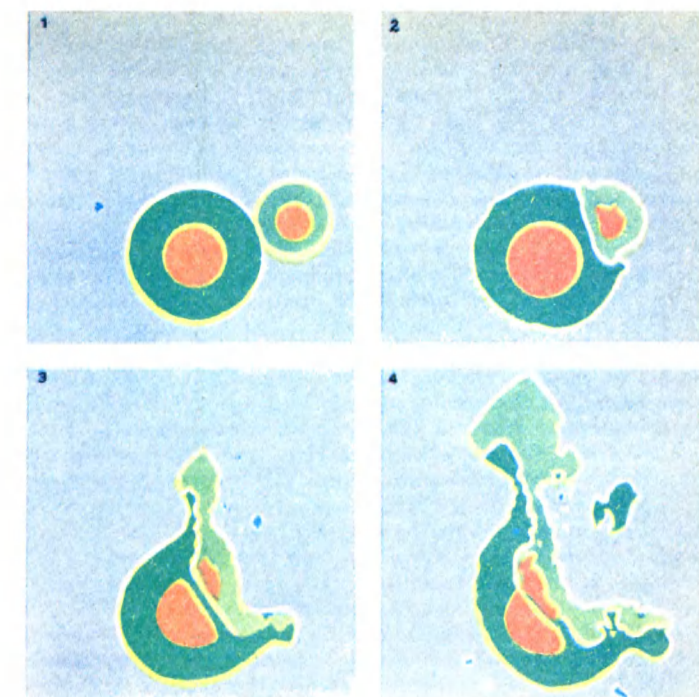
То, что Земля в своей ранней эволюции сталкивалась с крупными луноподобными телами, резко меняет и представление о ее разогреве в ту пору. Так, согласно моделям растущей Земли, **плавление** в ее приповерхностных слоях начиналось уже **при очень малой массе протопланеты**, составляющей лишь десятую часть от массы современной Земли. Частичное плавление и процесс дифференциации вещества могли начаться, когда прото-Земля еще имела размер, сравнимый с размером современного Марса.

В принципе можно рассмотреть две крайние си-

туации. Допустим, что как и в упоминавшейся схеме В. Эльзассера, образуется слой расплава и тяжелая компонента уходит вниз. Оценим характерное время этого процесса. Если характерное время дифференциации много меньше времени роста планеты, то мы имеем дело с моделями, в которых ядро планеты растет одновременно с ростом ее массы. В другом крайнем случае, когда эффективная дифференциация не успевает произойти за время существенного прироста массы, то есть характерное время дифференциации много больше времени роста планеты, мы возвращаемся к моделям, в которых эволюция планеты началась после завершения ее формирования (но, в отличие от рассмотренных ранее моделей,— с более мощным изначально расплавленным слоем). Конечно, возможно и множество промежуточных моделей.

Рассмотренные модели должны удовлетворять геохимическим данным (например, соотношению изотопов урана и свинца), которые свидетельствуют об образовании земного ядра уже в первые сотни миллионов лет от момента формирования Солнечной системы. Должны они согласовываться и с палеомагнитными данными, которые, как считают многие геофизики, указывают на то, что земное ядро существовало еще 3,8 млрд лет тому назад.

Хотя главное в моделях ранней эволюции Земли — это образование ядра, не следует забывать и о формировании других оболочек планеты. Например, данные по соотношению изотопов урана и свинца, рубидия и стронция, калия и аргона, иода и ксенона, а также гелия указывают на существенную дегазацию вещества Земли в ходе формирования планеты и слабую



эволюционную дегазацию, продолжающуюся в последующие 4,5 млрд лет земной истории. Здесь речь уже о характерных этапах образования атмосферы и гидросферы Земли.

Чтобы найти **адекватную модель**, которая удовлетворяла бы этим геохимическим и геофизическим данным, задачу можно сформулировать так. Предположим, что Земля формировалась из вещества, подобного веществу метеоритов. Тогда, исходя из данных об элементном и изотопном составе метеоритного вещества (начальные условия) и данных о современном составе и строении земных оболочек (конечный результат), нужно найти характерные времена дегазации и дифференциации. Они нам и покажут интенсивность различных процессов перестройки недр планеты на ранних этапах ее развития. Такие попытки уже делаются, и они весьма обнадеживают. Однако хотелось бы больше-

Моделирование процесса столкновения между Землей и объектом, масса которого составляет 0,1 массы Земли. Моделирование выполнено М. Кипп и Дж. Меллош на суперкомпьютере Крэй в Лос-Аламосской национальной лаборатории (США). Оно показывает, как в результате удара образуется огромный султан из испарившихся обломков земных пород с температурой около $10\,000^{\circ}\text{F}$ (Sky and Telescope, December 1986)

го. Действительно, в принципе можно попытаться сконструировать модель растущей Земли, задаваясь более или менее реальным первичным составом, и в детальных численных расчетах провести моделирование процессов плавления и дифференциации, учитывая как массо- так и теплотперенос.

В такой модели следовало

бы учесть и выплавление алюмосиликатов, составлявших, по-видимому, зачатки первичной коры. К сожалению, здесь на пути исследователей встают большие трудности. Во-первых, неопределенность самого первичного состава планеты. Как известно, ядро Земли состоит не из чистого железа, в нем есть небольшая добавка легкой компоненты. Каков ее состав — кислород, сера или другие элементы? Во-вторых, недостаточно хорошо известен и состав земной мантии. Конечно, можно попытаться «поиграть» с возможными вариантами состава, но для дальнейшего развития теории крайне нужны точные экспериментальные данные. К сожалению, до сих пор не осуществлен эксперимент с плавлением достаточно больших образцов обыкновенных хондритов, которые одно время считались весьма репрезентативным материалом для формирования прото-Земли. Сейчас такой эксперимент планируется и, быть может, в ближайшие годы удастся экспериментально прове-

рить, на какие фракции разделяется первичное вещество планетезималей и протопланет в ударных магматических очагах. Но даже если бы мы и знали, на какие именно компоненты разделяется при плавлении исходное вещество, мы столкнулись бы со сложной задачей описания гидродинамического процесса крупномасштабной дифференциации.

В настоящее время накоплен некоторый опыт моделирования тепловой и химикоплотностной конвекции. В основном это двухмерные модели для соответственно однокомпонентной и двухкомпонентной жидкости, поведение которой определяется всего одним параметром — коэффициентом вязкости. Объединение этих моделей и лежит в основе современных подходов в геофизической гидродинамике, но доступно это лишь немногим исследователям коллективам, располагающим мощной компьютерной техникой. Все это показывает, какие серьезные трудности стоят на пути к построению всеобъемлющей теории эволю-

ции Земли, которая могла бы описать образование основных структур планеты. И все же общий уровень естественных наук позволяет надеяться на существенное продвижение в этой фундаментальной области.

Итак, когда на смену идеям о первично огненно-жидкой планете в начале 50-х годов пришла концепция изначально холодной Земли, вряд ли можно было думать, что через четверть века ученые снова вернуться к идее «горячей Земли». На смену крайним представлениям приходит модель умеренно горячей, активной первичной Земли, которая еще в ходе своего образования испытала значительный нагрев, дегазацию, частичное плавление и дифференциацию, вызванные столкновениями с крупными телами. И в ходе роста планеты значительно перестраивалась ее структура и зарождались первичные оболочки, все то, что подготовило ее последующую длительную эволюцию.

НОВЫЕ КНИГИ

Зеркало природы

Еще в древности люди высоко ценили индикационные свойства растений: египтяне обожествляли лотос из-за его способности якобы предсказывать богатый урожай, на Руси поклонялись папоротнику, который, по преданию, указывал места захоронения кладов... Но предметом научных исследований «растения-индикаторы» стали недавно. Этому и посвящена научно-популярная книга В. И. Артамонова «Зеленые оракулы» (М.: Мысль, 1989).

В семи главах книги читатель познакомится с фитоиндикацией, в основе которой лежит представление о зависимости растительных организмов от условий окружающей среды, познакомится и с самими растениями, указывающими на те или иные особенности местности или природные



процессы. Автор представляет читателю различные виды «растений-рудознатцев», облегчающих

геологам поиск полезных ископаемых и воды.

Растения могут рассказать и о питательных достоинствах почвы (дефицит фосфора, например, резко замедляет рост корней и побегов, ослабляет плодоношение, калийное голодание или недостаток магния быстро сказываются на окраске листьев). Известно более 400 удивительных растений, которые могут предсказывать... ненастье (чистотел, клевер, одуванчик, костяника). С интересом читаются страницы книги о «компасных растениях», у которых листья ориентированы относительно стран света, и о «растениях-газоанализаторах» (по накоплению фитотоксина в их листьях довольно точно определяют среднее его содержание в окружающем воздухе).

Некоторые удивительные растения прекрасно воспроизведены в книге, в которой много цветных фотографий.

В глубь Земли

В развитии минерально-сырьевой базы и геологоразведочных работ в нашей стране важная роль отводится бурению земных недр. Этому перспективному методу изучения верхней оболочки планеты, дающему возможность прямого проникновения в земную твердь на глубину до десятка тысяч метров, посвящена научно-популярная книга Б. И. Воздвиженского и Б. М. Ребрика «В глубь Земли» (М.: Недра, 1989). Девять глав книги представляют собой, пожалуй, первый систематизированный ретроспективный обзор истории развития буровых работ в отечественной практике. Но это не обычное историческое исследование: авторы рассмотрели развитие бурения в ключевых аспектах технического прогресса — кадры, наука, техническое и



технологическое обеспечение, организация и управление, кибернетика в бурении и, наконец, перспективы этого научного направления.

Читатель познакомится с новыми научными идеями и конструкторскими разработками в области бурения, с внедрением их в практику геологоразведочных работ, получит исчерпывающее представление о технике и технологии бурения. В книге рассказывается об алмазном бурении и создании синтетических алмазов для бурильных головок, описаны методы гидро- и пневмоударного бурения, способы бурения в мерзлых породах и на океанском дне.

Что касается будущего этого метода изучения Земли, то кроме традиционных бурильных установок разработан и проходит испытания автономный управляемый снаряд. Снаряд способен проникать в земные недра глубже 15 км, то есть ниже тех глубин, которые считаются предельными для современного сверхглубокого бурения.

Книга заканчивается «Словом к молодым читателям» — призывом к молодежи осваивать сложную и романтическую профессию буровиков.

Информация

Вероятность катастрофы «Спейс Шаттла»

НАСА сообщило о том, что вероятность «катастрофического отказа» в каждом полете много-разового транспортного космического корабля (МТКК) «Спейс Шаттл» составляет 0,0128 (один отказ на 78 полетов). «Катастро-

фический отказ» предполагает потерю орбитальной ступени (ОС) и, возможно, экипажа. НАСА продолжает работы по повышению безопасности полетов МТКК и планирует выведение на орбиты многих полезных нагрузок с помощью беспилотных одно-разовых ракет-носителей.

Сегодняшняя тревожная оценка уровня безопасности полетов «Спейс Шаттла» существенно отличается от оптимистических прогнозов НАСА до катастрофы с «Челленджером», когда утверждалось, что вероятность подобного исхода составляет 0,000 01 (что соответствует одной катастрофе на 100 000 полетов). Спе-

циалисты ВВС США тогда давали более реалистическую оценку безопасности «Шаттла», полагая, что наиболее вероятен отказ стартовых твердотопливных ускорителей с вероятностью 0,0286 (один отказ на 35 полетов).

Хотя при различных сценариях аварийного прекращения полета ОС может быть потеряно, возможно спасение экипажа, например, во время вынужденной посадки на воду из-за отказа двигателя в первые минуты полета (экипаж может спастись с помощью парашютов до того, как ОС разрушится при ударе о воду).

Spaceflight, 1989, 31, 6

Ищу единомышленников в области астрономии и любительского телескопостроения, проживающих на Среднем Урале. Адрес: 624488 Свердловская область, г. Волчанск, ул. Волчанская, д. 44 Губашов А. А.

Возраст метеоритов

А. Ю. ШУКОЛЮКОВ

кандидат химических наук
Радиовый институт имени В. Г. Хлопина,
Ленинград

Наверное, еще в самые древние времена человек был свидетелем необычных событий — падений на Землю каменных и железных глыб из космоса. Можно предполагать, что тогда эти встречи с космическими «пришельцами» не внушали людям ничего, кроме суеверного ужаса. Только сравнительно недавно началось подлинно научное исследование этого интересного явления. Еще в конце XVIII века сторонников гипотезы о падении с неба камней жестоко высмеивали во всех европейских университетах и академиях. В то время не только неискушенным обывателям, но и маститым ученым мысль о том, что с неба могут падать камни, казалось дикой и вздорной. Однако случилось так, что на рубеже XVIII и XIX веков в густонаселенных районах Европы один за другим стали падать небесные камни, а 26 апреля 1803 года близ города Легль в Нормандии наблюдали настоящий каменный дождь — на землю обрушилось около 3 тысяч каменных осколков. Это был уже непреложный факт, и даже члены французской Академии наук, наиболее непримиримые противники гипотезы существования «камней с неба», должны были признать ее. «Камни с неба», а точнее говоря, каменные и железные тела, которые падают на Землю из меж-



планетного пространства, называют **метеоритами**. Миллионы лет метеориты путешествуют в глубинах Солнечной системы, пока их орбиты не пересекутся с орбитой Земли. Если метеорит, летящий с космической скоростью (порядка 20 км/с) не сгорит в плотных слоях атмосферы, он достигнет поверхности Земли. Но и в этом случае столкновение с Землей дорого обходится метеориту — внешние его слои плавятся, срываются с поверхности, распыляются в атмосфере. В результате «приземляется» лишь внутренняя часть метеорита, а значительная часть массы теряется по дороге. Иногда крупный метеорит раскаль-

вается в атмосфере на куски. Тогда выпадает **метеоритный дождь**.

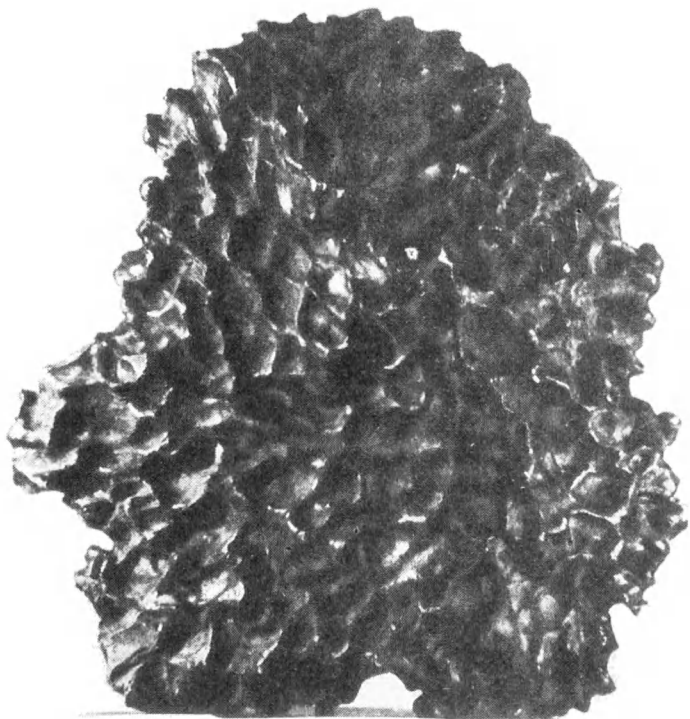
СКОЛЬКО ИЗВЕСТНО МЕТЕОРИТОВ?

Каждый год больше тысячи метеоритов встречаются с Землей, но, к сожалению, большинство их бесследно исчезает в океанах, морях, в малонаселенных и труднодоступных местах. Сейчас во всем мире в коллекциях насчитывается всего несколько тысяч метеоритов, хотя число их постоянно растет. В Антарктиде были открыты поля льда, транспортирующие подобно гигантским конвейерам метеориты к подножию прибрежных гор. Японские и американские ученые снарядили несколько целенаправленных экспедиций на поиски метеоритного вещества в таких районах. Труды не пропали даром: «охотники за метеоритами» за последние 15 лет добыли более 3 тысяч новых экземпляров. Но отнюдь не все из известных метеоритов были обнаружены учеными. Многие «небесные камни» нашли и передали специалистам люди, весьма далекие по роду своих занятий от метеоритики. Эти люди были очевидцами падений метеоритов. Так, например, 28 ноября 1977 года в поселке Кутаис (Краснодарский край) произошел Примеча-

тельный случай. Жительница этого поселка Л. Ф. Корниенко возвращалась с работы домой, когда неожиданно раздался резкий свист, шипение и... в полутора метрах от нее ударился о землю небольшой камень. Этого «пришельца из космоса» послали в Москву. Он получил название **Кутаис**, а коллекция Академии наук СССР (в которой собрано около 200 метеоритов, упавших на территорию нашей страны) пополнилась еще одним экземпляром.

ОТКУДА ПРИЛЕТАЮТ НЕБЕСНЫЕ КАМНИ?

Ученым удалось сфотографировать из разных географических пунктов траектории нескольких метеоритов в атмосфере. Была измерена и скорость их движения перед столкновением с Землей. По этим данным рассчитали, что метеориты прилетели на нашу планету из пояса астероидов, простирающегося между орбитами Марса и Юпитера. Несмотря на свои весьма скромные размеры (по сравнению с планетами), метеориты можно считать равноправными членами Солнечной системы. До недавнего времени они были единственными объектами внеземного происхождения, которые ученые могли изучать непосредственно в лабораториях, применяя самые современные, чувствительные методы исследования. Новый этап в изучении внеземного вещества начался в 1969—1970 годах, когда человек впервые ступил на Луну, а американские астронавты и советская автоматическая станция «Луна-16» доставили на Землю первые образцы лунного вещества. В 70-е годы ученые получили в распоряжение несколько сотен килограммов лунных пород. Однако это вовсе не уменьшило значения метеоритов



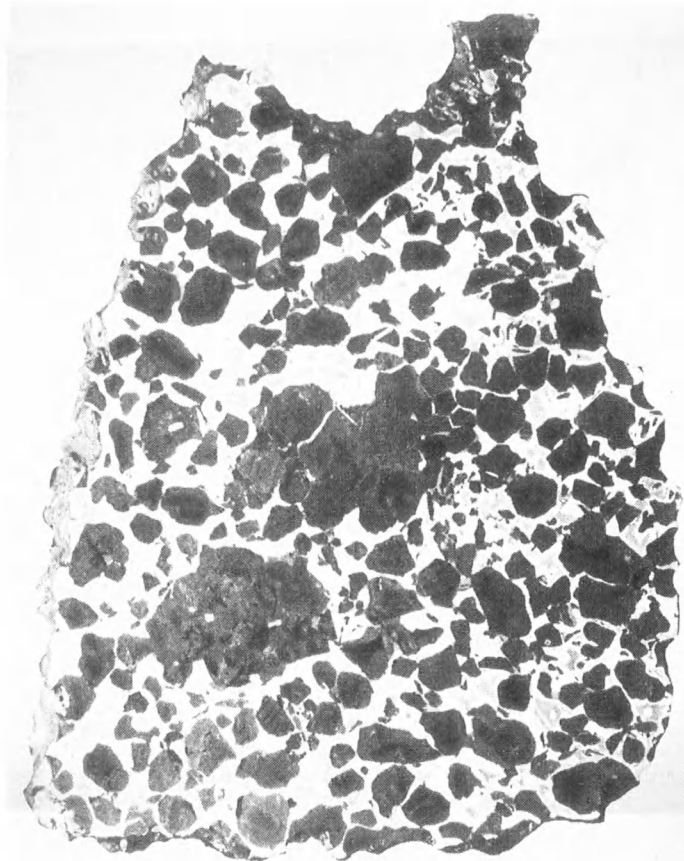
для науки. Не уменьшит его и доставка в не очень отдаленном будущем образцов породы с Марса. Ценность исследуемого вещества, так же, как и ценность археологической находки, увеличивается по мере удаления в глубь веков. А вещество метеоритов, как показали исследования, менее всего подверглось изменениям после своего образования, и в этом смысле оно является наиболее древним. Поэтому метеориты — уникальные свидетели самых ранних событий в Солнечной системе.

ИЗ ЧЕГО СОСТОЯТ МЕТЕОРИТЫ?

В семействе «небесных камней» встречаются и ги-

Железный метеорит **Кэбин Крик**, выпавший в Арканзасе. Диаметр метеорита — 44 см

ганты (как, например, железный метеорит **Гоба** массой 100 т) и карлики (такие, как уже упоминавшийся **Кутаис** массой 23 г, или **Ревелсток** массой 1 г, не затерявшийся среди земных камней лишь потому, что он упал на снег). Все метеориты ученые разделили на три типа: **железные**, **каменные** и **железо-каменные**. Космическое прошлое наложило свой отпечаток на их состав. Характерная особенность — присутствие металлического железа (известно, что в зем-



Отполированная и протравленная поверхность железо-каменного метеорита **Имилак**. Темные части — включения оливина, светлые — металлическая матрица

ных породах металлическое, химически не связанное, железо встречается редко). Пять главных минералов, из которых сложено метеоритное вещество: **оливин** $(\text{Mg, Fe})_2\text{SiO}_4$, **пироксен** $(\text{Mg, Fe})\text{SiO}_3$, **троилит** FeS , а также твердые растворы никеля и кобальта в железе — **тзнит** и **камасит**. Несколько типов минералов,

найденных в метеоритах, не встречаются в земных породах: **ольдгамит** CaS , **лавренсит** FeCl_2 и другие. Присутствие таких минералов свидетельствует о своеобразных физико-химических условиях, при которых образовывалось метеоритное вещество.

Каменные метеориты подразделяют на **хондриты** и **ахондриты**. Эти названия объясняются тем, что в большинстве каменных метеоритов присутствуют необычные структуры — **хондры**, представляющие собой начавшие кристаллизоваться, но не выкристаллизованные до конца капли силиката и никелистого железа. Размеры хондр — от долей миллиметра до санти-

метров. Самая большая из них размером около 4 см найдена в метеорите **Парналле**. В земных породах хондры никогда не наблюдались, поэтому они — один из первых признаков, служащих доказательством внеземного происхождения вещества. Если рассмотреть в микроскоп срез метеорита, то видно, что хондры вкраплены в мелкодисперсную пыль, состоящую из частиц никелистого железа, троилита и обломков хондр.

По названию «ахондрит» нетрудно догадаться, что это метеорит, в котором отсутствуют хондры. Таких метеоритов известно немного — всего несколько десятков.

Метеориты отличаются от земных пород не только минеральным составом, но и содержанием элементов, из которых они сложены. По сравнению с земной корой в метеоритах в среднем больше Fe, Ni, Cr, S, Mg, но меньше O, Si, Ca, Al. Некоторые классы метеоритов, как оказалось, обладают неожиданными особенностями. В **ахондритах-уреилитах** были найдены... алмазы, причем в сравнительно больших количествах — примерно 1 % по массе. **Углистые хондриты**, один из самых интересных видов метеоритов, содержат много углерода, химически связанную воду, органические соединения и даже основы жизни — аминокислоты. Надежды обнаружить следы собственно живых организмов, хотя бы самых примитивных, не оправдались.

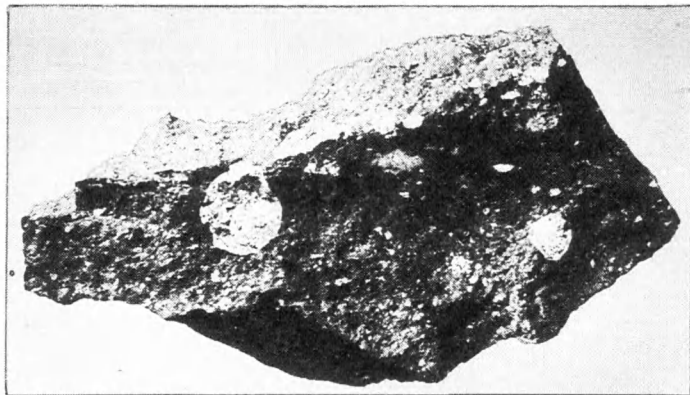
ВОЗРАСТ МЕТЕОРИТНОГО ВЕЩЕСТВА

Чтобы измерить возраст таких «долгожителей» как метеориты (а этот возраст исчисляется миллиардами лет), нужно иметь «часы», которые действуют в течение этого времени. Известно, что в природе существуют изо-

топы, превращающиеся в результате радиоактивного распада в изотопы других элементов. Эти радиоактивные изотопы, как и обычные стабильные изотопы, образовались при синтезе атомных ядер в звездах. Радиоактивные изотопы уже существовали в то время, когда все вещество Солнечной системы еще состояло из газа и пыли и когда только начинали образовываться космические тела. Те из радиоактивных изотопов, которые распадаются медленно, «дожили» и до наших дней, и в небольших количествах содержатся в метеоритах и в земных породах. К их числу относятся, например, изотоп ^{238}U с периодом полураспада 4,5 млрд лет. Радиоактивные превращения каждого изотопа всегда идут с постоянной скоростью. Поэтому из соотношения количеств радиоактивного изотопа и дочернего радиогенного (образовавшегося из радиоактивного) изотопа в каком-либо объекте можно определить его возраст. Такие «часы», основанные на превращениях ^{238}U в ^{206}Pb , ^{87}Rb в ^{87}Sr , ^{40}K в ^{40}Ar , ^{187}Re в ^{187}Os , ^{147}Sm в ^{143}Nd , широко используют геологи для определения возраста земных пород и минералов. Подобные исследования провели и для многих метеоритов. Оказалось, что возраст вещества «небесных камней» равен ~4,6 млрд лет. Полагают, что вещество метеоритов, как и других членов Солнечной системы, конденсировалось примерно в одно и то же время.

РАДИАЦИОННЫЙ ВОЗРАСТ МЕТЕОРИТОВ

В недавно выпавших метеоритах ученые находят и сравнительно короткоживущие радиоактивные изотопы. Их периоды полураспада измеряются уже не миллиардами, а «всего лишь» мил-



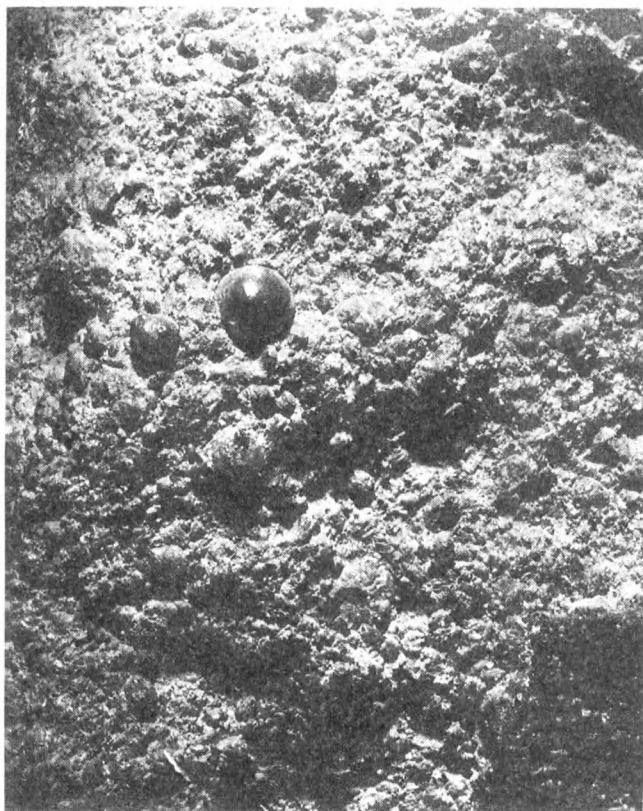
лионами, тысячами, сотнями и даже десятками лет. Например, в каменном метеорите **Брудерхейм**, выпавшем 4 марта 1960 года близ Эдмонта (Канада), обнаружили более 20 таких радиоактивных изотопов. Конечно, эти изотопы не могли образоваться вместе со стабильными и долгоживущими при синтезе ядер в звездах — они бы уже давно распались за время существования Солнечной системы. Значит, они образовались гораздо позже. Каков же источник их образования?

Сейчас хорошо известно, что космическое пространство пронизано потоками космических частиц («космических лучей»). Такие частицы (в основном протоны) образуются в глубинах Вселенной в недрах звезд на всех этапах их эволюции. Наше Солнце — тоже источник космических частиц. Энергия некоторых из них может быть столь велика, что они способны расщеплять ядра атомов. В результате таких ядерных реакций в веществе метеоритов появляются «новорожденные» радиоактивные и стабильные изотопы. На орбите Земли полный поток солнечных космических частиц очень велик: на каждый квадратный сантиметр ежесекундно падает $5 \cdot 10^8$ частиц, летящих

Угlistый хондрит **Аллэнде**. На фотографии видны два крупных светлых минеральных включения, имеющие форму круга

со скоростью 400 км/с («солнечный ветер»). Однако энергии частиц солнечного ветра недостаточно для расщепления ядер. При рождении новых изотопов энергия должна быть в сотни тысяч, в миллионы раз больше. Число таких высокоэнергетических частиц много скромнее — десятки и сотни на $1 \text{ см}^2/\text{с}$.

Толстый слой атмосферы надежно защищает нас от этих частиц. Метеоритам приходится хуже: они постоянно подвергаются бомбардировке. За время скитания метеоритов по Солнечной системе в них накапливается заметное количество радиоактивных и стабильных изотопов. Такие изотопы называются **космогенными**. Они могут рассказать о многом. Прежде всего по их количеству можно судить о радиационном возрасте метеорита — времени, в течение которого он облучался космическими частицами. Для этого нужно измерить содержание стабильного космогенного изотопа (А) в метеорите и рассчитать ско-



Хондры метеорита **Еленовка**
(Фотографии Е. И. Малинкина
(Комитет по метеоритам))

рость его накопления (P). Тогда радиационный возраст (τ) можно определить из простой формулы $\tau = A/P$. Эта задача, однако, не так легка, как может показаться на первый взгляд. Количество космогенных изотопов в метеоритах сравнительно невелико, поэтому добавку таких изотопов очень трудно уловить на фоне обычных некосмогенных изотопов. Этим трудностей можно избежать, если исследовать благородные газы. Они выгодно отличаются от других элементов: распространенность «нормальных» бла-

городных газов в большинстве объектов чрезвычайно мала, поэтому малейшая добавка космогенных изотопов сразу же фиксируется изменением изотопного состава благородного газа. Еще одна трудность заключается в том, что для определения скоростей накопления космогенных изотопов нужно знать сечения (вероятности) реакций расщепления, в результате которых образуются эти изотопы. Однако даже современные теоретические методы расчета обычно не позволяют достаточно точно оценить эти сечения. Поэтому возникла идея построить модель ядерных реакций, идущих в веществе метеоритов, в условиях земных лабораторий. Искусственные мишени, имитирующие метеориты, обстреливали на

ускорителях заряженных частиц протонами, имитирующими космические лучи. Подобные эксперименты, проводившиеся во Франции, Швейцарии и в нашей стране (ГЕОХИ имени В. И. Вернадского АН СССР, Ленинградском государственном университете и в Радиовом институте имени В. Г. Хлопина), позволили определить закономерности реакций расщепления, в которых возникают космогенные изотопы. По этим данным рассчитали скорости их накопления и радиационные возрасты для ряда метеоритов.

Оказалось, что радиационный возраст — время облучения метеоритов — **намного меньше** возраста слагающего их вещества. Значит, долгое время вещество метеоритов было защищено от космического излучения. Расчеты показывают, что в каменных телах космогенные изотопы образуются в заметных количествах на глубине не более 1—2 м от поверхности. Следовательно, поначалу вещество метеоритов находилось в теле родительского объекта крупного размера, а затем, при столкновениях и разрушении родительского тела, выделялось в виде небольших осколков и начинало свою «самостоятельную» жизнь в космосе.

ПРАРОДИТЕЛИ МЕТЕОРИТОВ

Какова природа родительских тел? Вначале полагали, что метеориты — это осколки планеты, орбита которой располагалась между Марсом и Юпитером. Этой гипотетической планете даже дали название — Фазтон. Ученые пытались по метеоритным данным воссоздать строение, историю планеты, а писатели-фантасты изощрялись во всевозможных догадках о внешнем облике планеты, существовании на

ней цивилизации, причинах, приведших к космической катастрофе... Теперь лишь немногие ученые придерживаются планетной гипотезы происхождения метеоритов. Многочисленные современные исследования показали, что между отдельными типами метеоритов есть огромные различия, объяснимые разными условиями их образования. Такие абсолютно несхожие условия не могли существовать на одном родительском теле. Против планетной гипотезы свидетельствуют и большие различия в радиационном возрасте метеоритов. Встречаются древние, существовавшие в виде самостоятельных тел сотни миллионов и даже миллиарды лет (например, железный метеорит **Уильямстоун** возрастом 2,2 млрд лет) и такие «юнцы», как **Фармингтон** (возраст 19 тыс. лет).

Для метеоритов одного минералогического типа иногда наблюдается группирование радиационных возрастов возле одного значения. Поэтому в настоящее время принята гипотеза, согласно которой метеориты образовались из различных по составу сравнительно крупных астероидов (диаметром от ~1 до ~800 км).

Столкновения и разрушения астероидов и приводят к образованию метеоритов (число расколовшихся астероидов оценивается в 70—80). Анализ орбит малых планет показал, что, по-видимому, источник большинства каменных метеоритов — тела, орбиты которых проникают внутрь орбиты Марса. Такие малые планеты по орбитам разделяют на три семейства (**Аполлона, Амура и Атона**). Оказалось, что некоторые характеристики отраженного света этих астероидов близки к характеристикам хондритов. Известный советский космохимик А. К. Лаврухина развивает представления о кометном происхождении этих малых планет. Такие представления основаны на гипотезе, что астероиды семейств Аполлона, Амура и Атона сформировались из ядер «умерших» комет.

Среди метеоритов встречаются объекты с необычным прошлым. Например, в Антарктиде найдены уникальные образцы, по-видимому, прилетевшие на Землю с Луны и Марса (Земля и Вселенная, 1980, № 1, с. 51.—Ред.).

Прояснить историю метеоритных тел, возможно, удастся при непосредственном

анализе астероидов. В 90-е годы ученые предполагают направить автоматический аппарат в пояс малых планет. Скорее всего, аппарат будет посажен на поверхность Весты. По пути автоматическая станция исследует еще 2—3 астероида и, может быть, приблизится к одной из комет.

Один из видных космохимиков Ван Шмус (США) назвал некогда метеориты «машиной времени для человечества». Действительно, эти объекты позволяют ученым заглянуть в невообразимо далекое прошлое Солнечной системы. Рациональное использование такой «машины времени» теперь немыслимо без применения самой современной техники. Новейшие масс-спектрометры позволяют сейчас исследовать фантастически малые количества вещества — до 10^{-15} г, изучать зерна отдельных минералов, вплоть до мельчайших пылинок. С помощью таких приборов в некоторых метеоритах было доказано присутствие уникальных частиц — межзвездных пылинок. Самые важные открытия в метеоритике будут, несомненно, связаны с разработкой новых тончайших методов изучения вещества.

Информация

Сероводород черноморской акватории

Серьезную опасность для черноморского бассейна представляет разрастание его сероводородной зоны, охватывающей

огромные толщи воды до самого дна. Зона эта неуклонно поднимается к поверхности моря. С 1935 по 1985 год скорость подъема верхней границы сероводородной зоны Черного моря увеличилась в 67 раз — с 3 см в год до 2 м в год. Сейчас сероводородом заражено 90 % черноморской акватории. Еще недавно безжизненная зона моря началась на глубине 120 м, теперь же ее верхняя граница поднялась до горизонта 80 м.

Доклад Госкомприроды СССР «Состояние природной среды в 1988 году», Москва, 1989

Нефтяные моря на Титане!

Некоторые исследователи считают, что поверхность крупнейшего из спутников Сатурна — Титана — полностью покрыта слоем жидкой смеси этана и метана глубиной более 1,5 км. Это мнение опровергается результатами экспериментов, выполненных 3—5 июня 1989 года научным сотрудником Калифорнийского технологического института в Пасадене (США) Д. О. Мюлманом, его аспирантами А. У. Гроссманом и Б. Батлером совместно с сотрудником Лаборатории реактивного движения М. А. Слейдом.

В ходе эксперимента гигантская радиодантенна Сети изучения глубокого космоса в Голдстоуне (Калифорния) была использована для радиолокации Титана, а отраженный этим небесным телом сигнал принимался сетью из 27 соединенных между собой антенн, расположенных в Сокорро (штат Нью-Мексико). В первые и третьи сутки работ радиотражение составляло лишь 2—4 % первичного сигнала, так что его едва удавалось отличить от фоновых шумов. Это соответствовало гипотезе глубокого метано-этанового океана с гладкой поверхностью, обладающей весьма слабой отражающей способностью.

Однако известно, что за одни земные сутки Титан совершает поворот вокруг своей оси примерно на 23°, давая возможность земному наблюдателю исследовать новые участки его поверхности. 4 июня радиоэхо оказалось на 10—20 % сильнее того, что можно было ожидать от гигантской углеводородной «акватории».

Исследователи считают это доказательством большого разнообразия внешней оболочки Титана, часть которой, возможно, и образована этановыми морями, но другая, скорее, является сушей.

Есть ли на Титане океаны и моря из углеводородов, — это еще предстоит окончательно выяснить. А вот этановые и метановые дожди, по всей видимости, там вполне реальное явление. Еще в 1980 году американская межпланетная станция «Вояджер-2», пролетавшая в районе Сатурна, установила: атмосферное давле-

ние у поверхности Титана примерно в 1,3 раза больше земного, а температура составляет около 90 К. В более высоких слоях атмосферы, возможно, теплее, но в «приземных», на высоте 20—25 км от поверхности, условия для «нефтегазовых» дождей вполне подходящие.

В 1990 году НАСА, которому принадлежит радиоастрономическая обсерватория Голдстоун, намерено удвоить ее мощность, до сих пор составлявшую 360 тыс. Вт. С вводом в строй нового оборудования можно будет получать более четкие изображения столь удаленных и относительно некрупных небесных тел, как Титан. В 1995 году совместными усилиями НАСА и Европейского космического агентства планируется запустить аппарат «Кассини» с радиолокационным оборудованием. В 2002 году этот космический аппарат должен пройти вблизи Сатурна и Титана и дать их исчерпывающие подробные изображения.

Science News, 1989, 136, 1

Новое морское течение

Обширные участки континентального шельфа — наиболее продуктивные в биологическом отношении зоны земного шара, куда с материков поступает огромная масса питательных веществ. Но есть районы, где площадь шельфа особенно велика, крупнейший среди них — подводное плато в северной части Берингова и Чукотского морей. На этом гигантском плато в короткое полярное лето интенсивность роста фитопланктона выше, чем в каком-либо другом районе планеты.

Изучению этого региона посвящен работающий уже несколько лет специальный международный научный проект «Изучение переноса и переработки на внутреннем шельфе Берингова и Чукотского морей». В проекте принимают участие американские, датские, бельгийские, японские ученые, а с июля 1988 года в работу включились и советские ученые на борту научно-исследовательского судна «Академик Королев».

До сих пор считали, что основной источник питательных веществ, поддерживающих высокую продуктивность фитопланктона в данном регионе, — река Юкон.

Однако в ходе работ по проекту выяснилось, что сток Юкона не выходит за пределы восточной окраины шельфа, непосредственно примыкающего к побережью Аляски. Однако на шельфе обнаружены сильные течения, вступающее в этот район через Анадырский пролив. Неизвестное ранее течение (его называли Анадырским) начинается на глубоководье Берингова моря, у края континентального шельфа; эта «река в океане» вполне сравнима с Гольфстримом.

Поскольку источником течения служат глубинные недра Берингова моря, Анадырское течение несет с собой огромную массу питательных веществ, которые, по-видимому, и поддерживают здешний обильный фитопланктон. Чем мощнее Анадырское течение в определенный период года, тем богаче органическая продуктивность внутреннего шельфа Берингова и Чукотского морей.

Institute of Marine Science Notes, 1989, 9, 1

Возраст Солнца

Сотрудник Центра солнечных и космических исследований Йельского университета Д. Б. Гюнтер считает, что возраст Солнца составляет $4,49 \pm 0,04$ млрд лет. Основанием для такого вывода послужили последние определения возраста старейших метеоритов, современная теория формирования Солнечной системы и недавние наблюдения газопылевых дисков вокруг некоторых молодых звезд. В настоящее время общепринятым значением возраста Солнца, утвержденным стандартной моделью Солнца, считается $4,7 \pm 0,15$ млрд лет. Поскольку разница в 0,2 млрд лет между общепринятым и вновь полученным значениями возраста Солнца не велика, подтвердить правильность нового результата трудно как по химическому составу, так и по внешним физическим параметрам Солнца. Однако расчеты показывают, что указанное различие в возрасте может быть замечено при изучении внутренних акустических колебаний Солнца, проявляющих себя в периодическом движении солнечной поверхности. Таким образом, окончательный ответ на вопрос о точном возрасте Солнца должна дать гелиосейсмология.

Astrophysical Journal, 1989, 339, 2

Эффективны ли аэрокосмические исследования в экологии?

Б. В. ВИНОГРАДОВ

доктор географических наук

Институт эволюционной морфологии и экологии животных
имени А. Н. Северцова

Сегодня один из весомых аргументов в дискуссии о необходимости дальнейшего развития космонавтики в нашей стране — высокая эффективность использования дистанционных космических методов для контроля за состоянием окружающей среды, их способность выявлять самые первые симптомы надвигающихся экологических бедствий.

Но ведь эти методы развиваются уже не первый десяток лет, а в принятом в конце 1989 года Верховным Советом СССР постановлении «О неотложных мерах экологического оздоровления страны» констатируется: «На грани экологического кризиса Калмыкия, Приднестровье, Донбасс, Урал, Кузбасс, бассейны Волги, Севана, Иссык-Куля, Балхаша и Ладожского озера, Черного, Азовского,



Каспийского и Балтийского морей и ряд других регионов... Миллионы гектаров некогда плодородных земель выведены из сельскохозяйственного оборота вследствие горных работ,

эрозии, подтопления, засоления и опустынивания. Спрашивается: так ли уж эффективны эти методы контроля, если сегодня страна оказалась в таком тяжелом экологическом положении! Или что-то мешало использовать их возможности!

Ответы на эти вопросы, надеемся, поможет найти предлагаемая вниманию читателей статья, автор которой, член бюро советской ассоциации «Экология и мир», руководитель рабочей группы СССР по аэрокосмическим методам в экологии программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера», еще три десятилетия назад начал разработку и активное использование этих методов в Калмыкии, ныне оказавшейся в списке наиболее экологически неблагополучных районов.

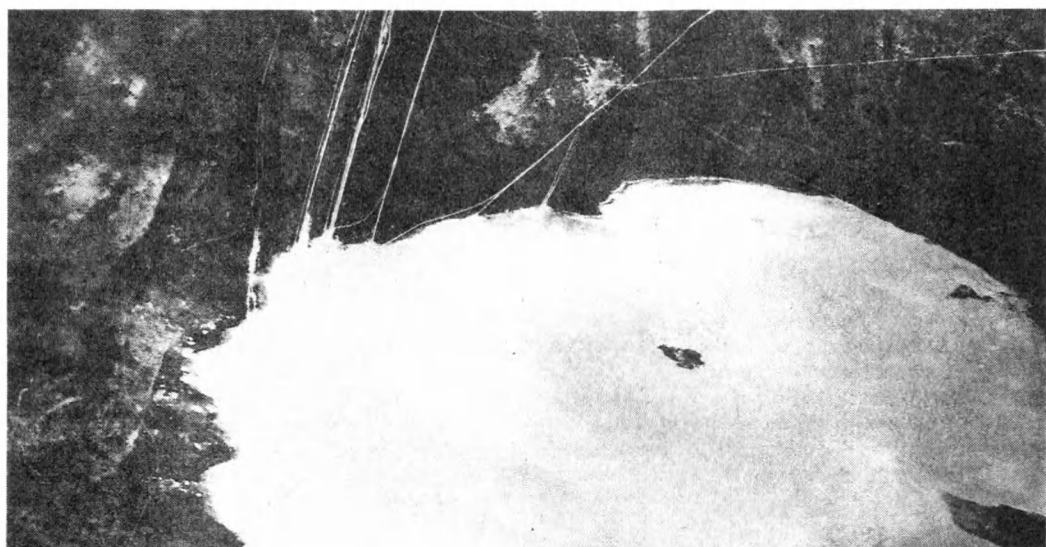
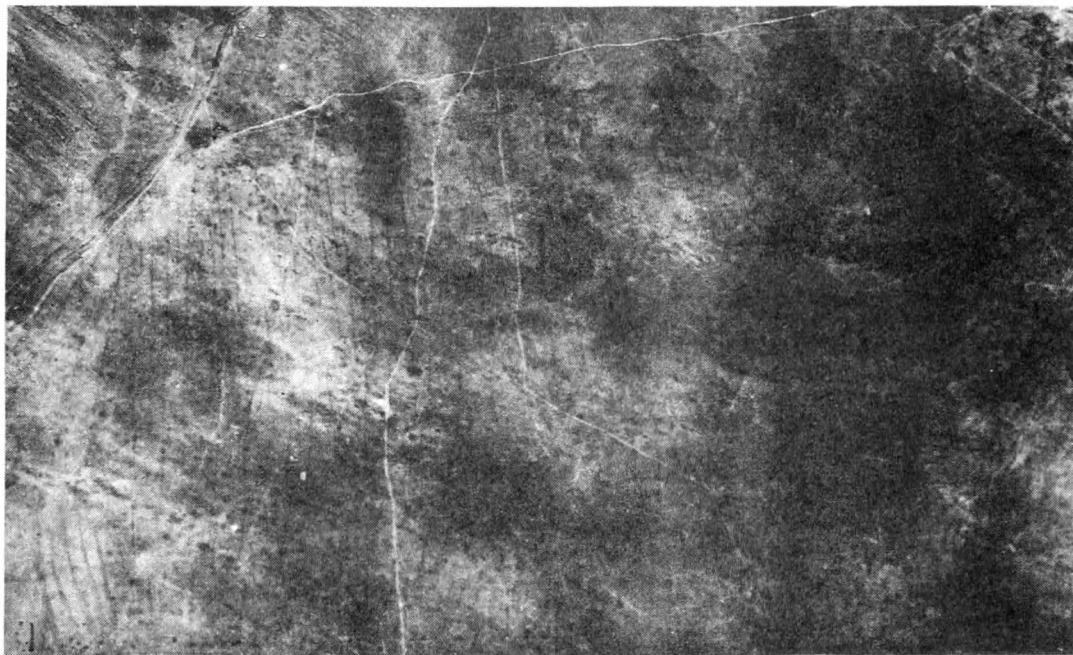
НАДВИГАЮЩАЯСЯ КАТАСТРОФА

В течение веков в Прикаспийских степях жили калмыки. Занимаясь кочевым скотоводством, они жили в согласии с природой, беря от нее не больше, чем она могла дать без ущерба для себя. Экологическая катастрофа пришла сюда вслед

за социальной, после того, как в 1943 году по приказу Сталина калмыцкий народ был выслан в Сибирь и Казахстан. Приехавшие на их место переселенцы принесли свой способ хозяйствования, чуждый природе этого региона. Многие земли, испокон веков служившие естественными пастбищами, были распаханы, на остав-

шихся пастбищах численность овец значительно превысила допустимые пределы.

Местные руководители десятилетиями не хотели замечать надвигающуюся экологическую катастрофу — опустынивание — на картах его не было, в сводках тоже. Когда в 1954 году мы впервые проводили аэрофо-



тосъемку расположенных там Черных земель, густой покров полыни и житняка достигал высоты 40—60 см, когда же в 1984 году заканчивали эксперимент, можно было увидеть лишь отдельные их особи в 40—60 м друг от друга. В 1954 году подвижные пески занимали 2,5 % площади, располагаясь лишь вблизи колод-

Аэрофотографии одного и того же участка Черных земель, снятые с интервалом в 25 лет. Пастбища и сенокосы, дешифрируемые на снимке 1954 года (вверху), к 1979 году в результате распашки и перевыпаса превращены в массив разбитых песков (сплошное светлое пятно, занимающее большую часть нижнего снимка)

цев и питая их инфильтрационной пресной влагой. В 1984 году их площадь превысила 500 тыс. га (свыше 30 % общей площади), ежегодно возрастая на 10 %. Площадь разбитых песков и сильно сбитых пастбищ за эти годы увеличилась в 15 раз, продуктивность пастбищ снизилась местами в 5—8 раз, многие стоянки и целые

поселки оказались заброшенными, колодцы и дороги засыпанными песками.

Образование крупных массивов подвижных песков обнаруживалось по космическим снимкам еще с 1976 года. Была изучена и тенденция их роста. Но опубликовать эти негативные результаты, полученные при дешифрировании космических снимков, было невозможно — этому препятствовала государственная и ведомственная цензура. Более того, в официальных документах эти данные фальсифицировались: в статистическом отчете 140 тыс. га песков (то есть меньше 10 % площади массива) значились в стадии закрепления. Поэтому естественно, что меры по борьбе с опустыниванием, по закреплению песков с помощью фитомелиорации не планировались и не проводились в нужных масштабах.

Только в 1984 году удалось впервые опубликовать некоторые данные о набравшем высокие темпы опустынивании. Аэрокосмические методы позволили обнаружить, что наиболее поврежденными оказались Черные земли — сотни тысяч гектаров продуктивных и дефицитных зимних пастбищ, которые раньше спасали скот от зимней бескормицы. Были выявлены неучтенные стада овец, численность которых в среднем превышала статистические официальные данные в 2, а местами — в 10—12 раз. Большие площади пастбищ были необоснованно распаханы или заняты орошаемыми полями. Свыше 100 тыс. га песчаных пастбищ, на которых предполагалось выращивать кормовые растения, стали главными очагами разведения песков и опустынивания. В нарушение рекомендаций ученых были распаханы и орошены, засажены рисом десятки тысяч гектаров суглинистых пастбищ и сенокосов, из ко-

торых до 90 % оказались в той или иной мере засолены, а 40 % превратились в непродуктивные неудобья.

Аэрокосмическая экспертиза региона указала также на крупные недостатки существующих водостроительных сооружений и гидромелиоративных систем. На космических снимках были видны большие (протяженность 20—30 км) потоки воды, фильтровавшейся из Черноярского водохранилища. В Волго-Ахтубинской пойме в районе Черного яра и Енотаевки просматривались зоны подтопления сельскохозяйственных угодий ирригационными водами Сарпинской и Ухтинской оросительных систем. Большие площади подтопления и заболачивания, исчислявшиеся в десятках тысяч гектаров, были обнаружены в районах Черноземельского и Большого Ставропольского каналов. Наконец, на водах, например Юстинском, тоже были видны протечки, то есть все существующие водостроительные системы, как было установлено, имели существенные дефекты и нуждались в срочной реконструкции. Приведение в порядок этих систем создало бы определенный резерв воды, которая так нужна этому засушливому региону, прекратились бы дальнейшее заболачивание и засоление окружающих земель.

Большое значение аэрокосмические съемки имели для экологического прогнозирования, так как зная динамику деградации пастбищ, можно прогнозировать их ближайшее будущее в зависимости от того, будут ли и в каком объеме приняты меры по фитомелиорации. По прогнозу, опубликованному в 1984 году, если численность скота не будет сокращена и сохранится прежняя нагрузка на пастбища, вся территория Черных земель к 1992 году должна

превратиться в неудобья и будет исключена из пастбищного оборота. Для приостановки деградации пастбищ и опустынивания было необходимо проведение фитомелиорации и обустройство пастбищ.

РЕШЕНИЯ ПРИНЯТЫ, НО...

После того, как долговременный аэрокосмический эксперимент по контролю за состоянием пастбищ Черных земель Калмыкии помог выявить их быструю деградацию, в 1985 году Советом Министров Калмыцкой АССР были приняты решения по охране пастбищ, агролесомелиорации. В частности, предложено было вывести лишний скот с пастбищ Черных земель. В 1986 году институтом Южгипрозем была составлена «Генеральная схема борьбы с опустыниванием Черных земель и Кизлярских пастбищ», где был спроектирован комплекс мер по восстановлению пастбищного хозяйства. На ее реализацию требовалось 700 млн рублей. Оценка, проведенная на основе аэрокосмических наблюдений, подтвердила оптимальность и эффективность предлагаемых мер. Появилась надежда, что выполнение принятых решений предотвратит дальнейшее опустынивание.

Начались фитомелиоративные работы по закреплению песков, но странное дело — финансирование этих работ было настолько незначительным, что его можно было считать символическим (средств хватало только на обработку 1—2 % площади). А ведь аэрокосмическая модель динамики пастбищ показала, что современный объем агролесомелиорации песков в 1—2 % площади ежегодно недостаточен и даже бесполезен, так как процесс разрушения идет в 5—10 раз быстрее. Только для остановки процесса не-



Пастбища на Черных землях. Фотография сделана с борта пилотируемой орбитальной станции «Салют-6» в 1978 году. Светлые пятна — участки разбитых песков. В то время они занимали около 18 % площади, в 1984 году — 30 %, сейчас — 50 %.

обходимо начинать агролесомелиорацию на площади не менее 10 % от всей площади разбитых песков. На полную же реализацию «Генеральной схемы...» финансирование так и не было открыто. Постановление 1985 года не выполнялось. А пустыня тем временем надвигалась ежедневно, ежедневно со средней скоростью 6 га в час. Над Калмыкией нависла угроза экологической катастрофы.

Бедственное положение Калмыкии попытался использовать могущественный с его ежегодным бюджетом в 12 млрд рублей Минводхоз СССР. После того, как пресловутая переброска северных рек была решительно осуждена общественностью, согласно правительственному постановлению 1986 года, все работы по ее реализации должны были быть свернуты. Министерству же для освоения выделяемых денег по-прежнему нужны были грандиозные стройки. Одной из таких строек обещало стать строительство на территории Калмыкии канала Волга — Чограй, являвшегося первоначально незначительным звеном отвергнутого проекта века по повороту северных рек. Теперь же Минводхоз стал представлять его как панацею от

опустынивания Калмыкии. В 1987 году, используя космические снимки, мы показали, что канал на протяжении 350 км пройдет по засоленным почвам с близким залеганием минерализованных грунтовых вод. Бессточный плоский рельеф вызовет засоление и заболачивание дренажными водами громадных пространств. Намеченные же проектировщиками участки для перспективного орошения, как оказалось, были выбраны без всякого научного обоснования на непригодных для орошения почвах — мелких и корковых солонцах.

Аэрокосмические методы оказались полезными не только этим. Горе-проектировщиков встревожила усиливающаяся критика еще не утвержденного проекта. Поэтому стараясь успокоить общественность, работники Минводхоза заверяли, что пока происходит лишь опробование технологии на небольшом выделенном для этого участке канала длиной 20 км. Космические же снимки и специально проведенная аэрофотосъемка, показали, что уже было вырыто по полному профилю 60 км канала и начато строительство на отдельных участках трассы длиной 100 км. Не случайно моя статья, опубликованная в 1984 году в «Известиях», называлась «Сверху видно все». Из космоса оказалась видна даже ведомственная ложь! В результате этого незаконного строительства были «закопаны в землю» 57 млн рублей и потеряны 50 тыс. га отчужденных для этой цели пастбищ...

ЧТО ДЕЛАТЬ

Аэрокосмический мониторинг Калмыкии позволил не только провести экспертизу и ревизию проекта канала Волга — Чограй, который впоследствии экспертизы



Академии наук СССР, ВАСХНИЛ, Госплана и Госстроя определили как экономически необоснованный и экологически опасный, но и дал основание для составления Концепции социально-экономического развития и экологического оздоровления региона. Во всех ее разделах успешно используется дистанционная информация. Прежде всего для достоверной и детальной инвентаризации и картографирования всех земельных угодий республики. Ведь по аэро- и космическим снимкам она проводится в 2—3 раза быстрее и значительно дешевле, чем традиционными методами, а главное — карты получаются точнее. По снимкам успешнее, чем по любым картам, можно планировать структуру участкового пастбищеоборота и огороженных пастбищ. Нако-

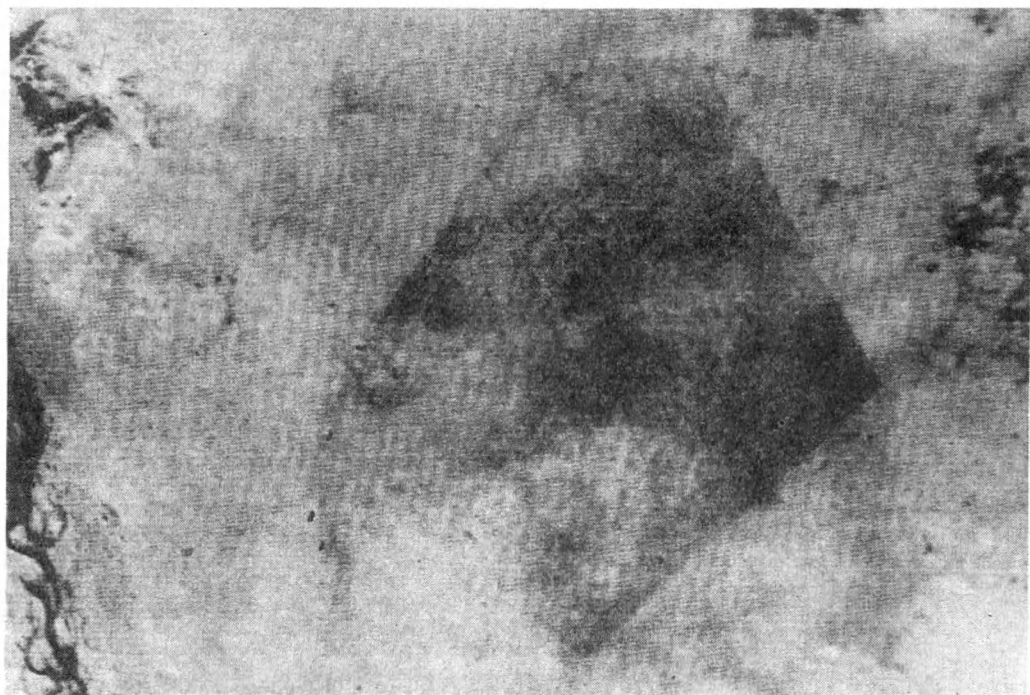
Участок Черноземельского канала. Фотография сделана в 1988 году. Светлые и темные пятна в стороне от канала — соответственно засоленные и подтопленные фильтрующей из канала водой участки пастбищ

нец, предполагается и далее использовать аэрометоды для контроля за численностью и распределением стад овец на пастбищах, чтобы предотвратить перевыпас.

Аэрокосмические снимки будут использованы и при проведении агролесомелиоративных мероприятий на всех стадиях — от фитоэкологического картографирования и оценки лесопригодности почв до планирования и контроля за лесопосадками. А агролесомелиорации здесь подлежит более полу-

миллиона гектаров. Кроме того, как показало дешифрирование аэрокосмических снимков, треть всех пастбищ Калмыкии на площади свыше миллиона гектаров нуждается в коренном, а две трети — свыше двух миллионов гектаров — в поверхностном улучшении.

Второй решающий фактор экологического оздоровления Калмыкии — водоснабжение населения и животноводства. Для этого предполагается построить сеть групповых водопроводов с забором воды из Волги (в десять раз меньшим, чем было запланировано проектировщиками канала Волга — Чограй) и из Левокумского месторождения подземных вод. Необходимо восстановить и традиционную систему водопользования — колдцы кудуки, которые рылись на дне высохших ли-



манов (эти лиманы дешифрируются на космических снимках).

Для создания страховых запасов кормов предполагается восстановить лиманное орошение за счет сбора местного стока поверхностных вод и сенокосы на площади до 500 тыс. га.

Аэрокосмическая информация будет использоваться и при планировании размещения природоохранных зон: национального парка «Калмыцкая степь», заповедников и охотничьих хозяйств. Кроме того, что они будут способствовать оздоровлению экологической обстановки, это еще и дополнительный источник дохода для республики.

УСПОКАИВАТЬСЯ РАНО

Анализ экологического состояния в Калмыкии сегодня, к сожалению, не дает оснований для успокоения. Судите сами. С 1985 года, когда была закончена в основном экологическая экс-

Космический снимок (1973 год), подтвердивший успешность работ, проводившихся в течение шести лет на территории Мали с целью закрепления песков. Темный пятиугольник — восстановленные пастбища

пертиза и было принято постановление о мерах по оздоровлению региона, мы потеряли 200 тыс. га под песком (помните: 6 га/ч, или 50 тыс. га в год?) плюс 50 тыс. га отчужденных под уже прорытые части канала Волга — Чограй. Вместе с 500 тыс. га неудобей, которые образовались до 1985 года, это составит 750 тыс. га выведенных из хозяйственного оборота пастбищ.

Если бы работы по борьбе с опустыниванием начались в нужном объеме с 1985 года, то к 1990 году оставались бы выведенными из оборота уже только 330 тыс. га земель, а к 2000 году беда была бы ликвидирована пол-

ностью и мы имели бы полноценные пастбища. Подобная работа успешно проводилась, например, в Мали на юге Сахары, где при содействии Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) за шесть лет (1967—1973 годы) на площади свыше 100 тыс. га в экстремальных пустынных условиях закреплены подвижные пески и восстановлена продуктивность пастбищ.

Если сейчас, в 1990 году, начать с агролесомелиорации 20 % площади разбитых песков (то есть со 100 тыс. га) в год, то уже к 2000 году пески будут закреплены и продуктивность пастбищ восстановится (до 10—12 ц/га). Причем в последующие годы объемы агролесомелиоративных работ могут быть даже уменьшены. Но миллионы, необходимых для проведения работ по восстановлению пастбищ, так и не выделили.

Зато миллиарды для строительства канала Волга — Чограй имеет бывший

Минводхоз — нынешний Минводстрой СССР. Хотя технико-экономическое обоснование проекта канала за годы хождения через многочисленные комиссии и экспертизы получило однозначную оценку: оно недоработано, научно и экономически не обосновано, — стоимость канала и его обустройства за это время возросла с 800 тыс. рублей до 5 млрд рублей (по оценке академика А. Г. Аганбегяна).

Все это свидетельствует о том, что по-прежнему царствует затратный подход, по-прежнему находятся миллиарды на погибель земель и нет миллионов на ее восстановление.

Предоставляю читателям самим ответить на вопрос, вынесенный в заголовок статьи. От себя же могу добавить, что разработчику этих аэрокосмических методов для того, чтобы получен-

ная с их помощью информация и подготовленные на ее основе рекомендации смогли помочь экологическому оздоровлению Калмыкии, нужно научную и практическую работу в наземных экспедициях совмещать с участием в «зеленых» движениях общественности. Пожалуй, только всем миром мы сможем сдержать экспансию ведомств и предотвратить экологическую катастрофу.

Информация

Изучается Сан-Францисская катастрофа

В горах Санта-Крус (Калифорния) вблизи одноименного городка на глубине около 18 км в земной коре проходит участок соприкосновения Тихоокеанской плиты земной коры с Североамериканской. Он сыграл роковую роль в землетрясении 17 октября 1989 года, в результате которого погибло около ста человек и причинен миллиардный ущерб. Жертв было бы больше, если бы эпицентр землетрясения не лежал в полупустынной гористой местности. По названию ближайшей к эпицентру горы землетрясение получило наименование Лома-Приетского. Район, где оно произошло, хорошо известен специалистам как южный Санта-Крусский сегмент разлома Сан-Андреас, печально славящийся своей высокой сейсмичностью.

Согласно сведениям, опубликованным Геологической службой США сразу после событий, вспарывание земной коры началось в точке с координатами $37^{\circ}1' \text{ ш. и } 121^{\circ}54' \text{ з. д.}$, а затем охватило зону на глубине от 4 до 18 км протяженностью примерно в 45 км по простиранию. Никаких внешних поверхностных нарушений

вдоль линии разлома на этом участке ранее не наблюдалось. Активизированная во время землетрясения часть разрыва земной коры представляла собой комбинацию субвертикальной и горизонтальной подвижки (взброс — сдвиг).

Район Лома-Приета — южный отрезок разлома Сан-Андреас, который был «виновником» катастрофы еще в 1906 году, когда был разрушен почти весь Сан-Франциско. Нынешнее землетрясение слабее толчка 1906 года, но связь между ними все же существует. Вдоль разлома Сан-Андреас происходят толчки, когда накопленные напряжения в коре превышают ее прочность. Напряжения сбрасываются, а затем начинают накапливаться вновь. Санта-Крусский сегмент разлома должен был «накопить сил» на полутораметровый сдвиг, реализовавшийся во время землетрясения, он оказался значительно меньше, чем сдвиг в северной оконечности разлома. Отсюда специалисты делают вывод: повторение событий, сравнимых по силе с толчком 1906 года, возможно здесь по крайней мере лишь через 200 лет.

Еще в июле 1988 года комиссия из 12 специалистов направила в Национальный совет оценки прогнозов земл. трясений США свой доклад, в котором содержались следующие выводы: «Наиболее вероятным местом ближайшего толчка в области залива Сан-Франциско является Санта-Крусский сегмент разлома Сан-Андреас. В ближайших 30 лет вероятность землетрясения магнитудой от 6,5 до 7 по шкале Рихтера здесь составляет 30 %».

Вместе с тем Геологическое управление США еще в 1988 году оценило вероятность толчка вблизи Лос-Анджелеса как более высокую, чем около залива Сан-Франциско. Считается, что в течение ближайших 30 лет землетрясение с магнитудой 7 или более возможно здесь с вероятностью около 60 %. Среди наиболее подверженных таким явлениям участков разлома Сан-Андреас называют его сегменты, лежащие в горах Сан-Бернардино и в долине Коачелья. В связи с тем, что Лома-Приетское землетрясение произошло не в той области, для которой вероятность его возникновения была указана как более высокая, население южной Калифорнии, естественно, проявляет беспокойство.

Непосредственных предшественников Лома-Приетского землетрясения не имело. Были отмечены лишь два форшока (предварительных толчка) с малой энергией за несколько часов до сейсмического удара. Однако, как теперь становится ясно, землетрясение все же готовилось. Так, в июне 1988 года в этой зоне отмечался толчок с магнитудой 5,1, а в августе 1989 года — с магнитудой 5,2 по той же шкале.

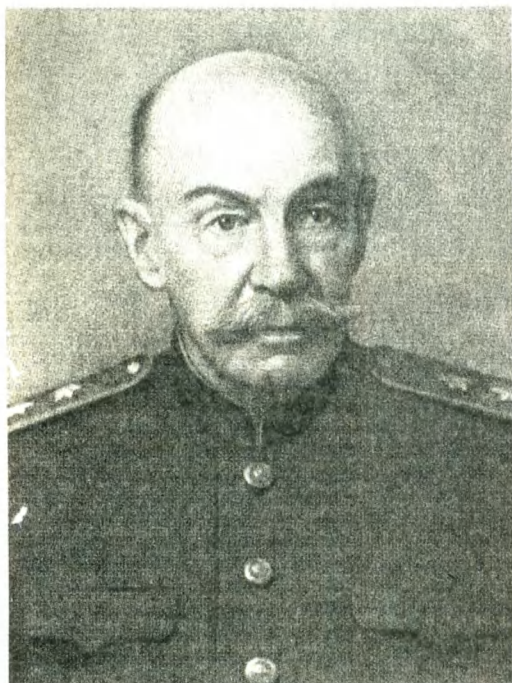
Специалисты обращают внимание на то, что Лома-Приетское землетрясение возникло в зоне «сейсмического молчания» — временном и пространственном пробеле в сейсмических событиях активной зоны.

New Scientist, 1989, 124, 1688

Михаил Дмитриевич Бонч-Бруевич

Л. А. КАШИН

кандидат технических наук



Михаил Дмитриевич Бонч-Бруевич (1870—1956)

Михаил Дмитриевич родился 9 марта 1870 года в семье землемера. Когда в частной беседе его спросили о его социальном происхождении, он ответил: «Я столбовой дворянин, — и добавил: — во времена Ивана Грозного всех дворян перерегистрировали и записывали в столбики-строчки. Те, предки которых попали в эти столбики, имели право в дореволюционное время называть себя столбовыми дворянами».¹

В десятилетнем возрасте он был определен в подготовительные классы Московского межевого института, а через несколько лет туда поступил и его младший брат — Владимир, будущий революционер, соратник В. И. Ленина. После успешного окончания института в 1890 году Михаил Дмитриевич продолжил образование на математическом факультете Московского университета.

С 1891 года началась его служба в армии. В 1898 году М. Д. Бонч-Бруевич блестяще заканчивает Академию Генерального штаба и в чине штабс-капитана причисляется к Генеральному штабу. Служа на штабных должностях, он одновременно занимается педагогической деятельностью, в том числе в Академии Генерального штаба. По поручению крупнейшего военного деятеля М. И. Драгомирова Михаил Дмитриевич перерабатывает его учебник по тактике. «Учебник тактики» Драгомирова и Бонч-Бруевича с 1906 года вводится как обязательное учебное пособие во всех военных учебных заведениях России.

В 1914 году М. Д. Бонч-Бруевич принимает командование полком, а в начале войны с Германией его назначают генерал-квартирмейстером 3-й армии Юго-Западного фронта. В 1915—1917 годах Михаил Дмитриевич занимает высокие штабные посты в Ставке Верховного Главнокомандующего и войсках Северного фронта.

Во время Февральской революции он начальник Псковского гарнизона и член исполкома Псковского Совета рабочих и солдатских депутатов. 29 августа 1917 года его назначают Главнокомандующим войсками Северного фронта: он задержал продвижение 3-го конного корпуса генералов Крымова и Краснова, сыграв важную роль в ликвидации корниловского мятежа. Так еще в начальный период революции генерал Бонч-Бруевич и его бывшие однокашники по Академии Генерального штаба — генералы Корнилов, Краснов, Духо-

¹ Воспоминания профессора Г. В. Багратуни — проректора МИИГАиКа в 50-х годах.

нин, Деникин,— оказались по разные стороны военных событий.

В ноябре 1917 года, когда М. Д. Бонч-Бруевич был начальником Могилевского гарнизона и членом исполкома Могилевского Совета рабочих и солдатских депутатов, правительство РСФСР предложило ему пост Верховного Главнокомандующего. Считая, что столь высокий пост не может занимать бывший царский генерал, М. Д. Бонч-Бруевич отказывается от предложения и занимает должность начальника штаба, а Верховным Главнокомандующим назначают Н. В. Крыленко.

22 февраля 1918 года В. И. Ленин поручает М. Д. Бонч-Бруевичу подготовить предложения, касающиеся обороны Петрограда от немецких войск. 4 марта 1918 года правительство создает Высший Военный Совет (ВВС) в составе Л. Д. Троцкого, Н. И. Подвойского и М. Д. Бонч-Бруевича — военного руководителя ВВС. Одной из его обязанностей становятся регулярные — через день — доклады В. И. Ленину о военной обстановке. На одном из докладов М. Д. Бонч-Бруевич высказал мнение о нецелесообразности, с военной точки зрения, оставлять место пребывания правительства в Петрограде. Организацию переезда правительства в Москву осуществили братья М. Д. и В. Д. Бонч-Бруевичи 10—11 марта 1918 года.

Напряженная деятельность, продолжавшаяся все четыре военных года, подорвала здоровье Михаила Дмитриевича, и он 27 августа 1918 года просит освободить его от должности руководителя ВВС. Просьбу удовлетворили, и М. Д. Бонч-Бруевич переходит на преподавательскую работу в Московский межевой институт.

Занимаясь гражданскими делами, М. Д. Бонч-Бруевич продолжает анализировать положение на фронтах гражданской войны и направляет через своего брата В. Д. Бонч-Бруевича, управляющего делами Совнаркома, соответствующие записки В. И. Ленину. В июне 1919 года М. Д. Бонч-Бруевич по предложению В. И. Ленина занимает пост начальника Полевого штаба Реввоенсовета Республики, но в июле подает в отставку.

В 1926 году Реввоенсовет СССР специальным приказом отметил 35-летие служебной, педагогической и общественной деятельности М. Д. Бонч-Бруевича. В приказе говорилось: «Октябрьская революция выдвинула его на ответственный пост начальника Штаба Верховного Главнокомандующего, и с этого момента он был одним из главнейших организаторов Рабоче-Крестьянской Красной Армии и с честью выполнял в труднейшей обстановке возло-

женные на него обязанности»¹. Только через много лет, к концу жизни, М. Д. Бонч-Бруевичу было присвоено звание генерал-лейтенанта.

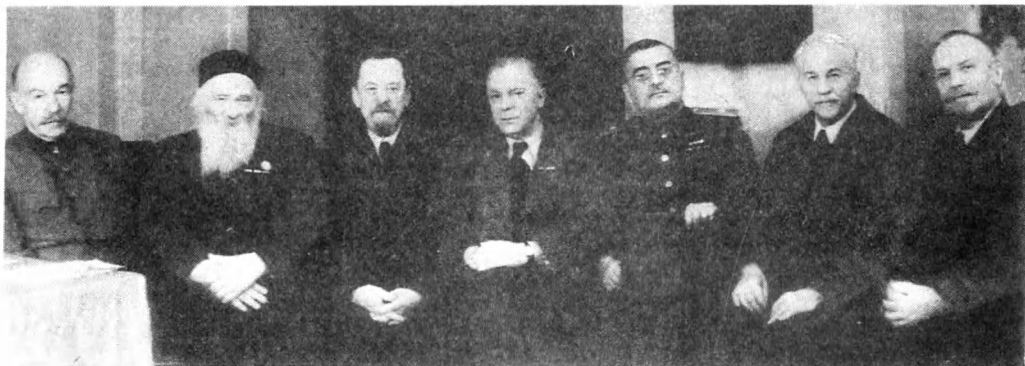
Переход от кипучей военной деятельности к гражданской был для Михаила Дмитриевича мучительным и трудным. Однако участвуя в работе уже «дышавшего на ладан» Общества межевых инженеров, М. Д. Бонч-Бруевич становится ключевой фигурой в реализации плана упорядочения геодезических и топографических работ. Здесь необходимо сделать некоторый экскурс в историю.

Со второй половины XIX века в России стали быстрыми темпами развиваться промышленность и транспорт, расширяться геолого-разведочные, изыскательские и межевые работы. Возрастали всякого рода практические нерегулируемые съемки, на которые ежегодно затрачивалось более 6 млн рублей. В 1882 году министр путей сообщения, известный исследователь Дальнего Востока К. Н. Посыет обратился к вице-председателю Русского географического общества П. П. Семенову с письмом, в котором говорилось о необходимости обеспечить в стране единство и организованность всей системы производства топографических съемок.

В феврале 1884 года предварительная комиссия Географического общества под руководством П. П. Семенова, обсуждавшая вопрос о мерах по объединению съемочного дела в России, предложила проект положения о Геодезическом совете. «Геодезический совет,— говорилось в проекте,— есть совещательное учреждение, имеющее целью объединение съемочного дела в государстве с помощью соглашения между различными ведомствами, производящими съемочные работы: геодезические, картографические, межевые и прочие». Ввиду разноречивости заключений министерств и ведомств проект о Геодезическом совете не получил одобрения и работа комиссии прекратилась. Но обсуждение проблемы продолжалось.

В 1916 году председатель Комиссии по изучению естественных производительных сил России (КЕПС) академик В. И. Вернадский представил общему собранию Академии наук доклад «Об организации топографической съемки России». Он назвал это делом «первейшей государственной важности». Руководство съемкой России, по его мнению, нужно было сосредоточить в одном учреждении и сделать это быстро

¹ Архив МИИГАиКа, дело № 8.



Известные советские ученые-геодезисты на юбилей профессора К. А. Цветкова, 1947 год. Слева направо: М. Д. Бонч-Бруевич, П. К. Соколовский, К. А. Цветков, М. С. Соловьев, Н. А. Урмаев, А. С. Чеботарев, В. В. Данилов

и неукоснительно. Однако решить проблему удалось только в советское время (Земля и Вселенная, 1989, № 5, с. 109.— Ред.).

В феврале 1919 года В. И. Ленин поручил рассмотреть этот трудный вопрос М. Д. Бонч-Бруевичу. Прежде всего на собрании Общества межевых инженеров Бонч-Бруевич сделал доклад о необходимости создания единого геодезического центра. Доклад обсуждали несколько дней, затем избрали инициативную группу во главе с М. Д. Бонч-Бруевичем, в которую вошел и председатель Общества межевых инженеров профессор С. М. Соловьев.

Инициативная группа подготовила В. И. Ленину записку о необходимости создания единого геодезического центра, и 8 февраля 1919 года коллегия Высшего совета народного хозяйства (ВСНХ) приняла постановление, в первом пункте которого отмечалось: «Признавая исторически назревшую необходимость в объединении геодезических работ различных ведомств и острую потребность для поднятия и развития производительных сил страны в подробных картах, составленных по последнему слову науки и практики, разработать для внесения на утверждение Совета Народных Комиссаров проект декрета:

а) об объединении всех геодезических работ в России путем создания Высшего геодезического управления...»

Уже на следующий день на экстренном заседании Общества межевых инженеров М. Д. Бонч-Бруевич выступил с докладом «О классификации геодезических работ и возможности их объединения». Инициатив-

ной группе было предложено составить проект декрета об учреждении Высшего геодезического управления (ВГУ). 15 марта 1919 года проект вынесли на обсуждение Совнаркома РСФСР, а 19 марта его подписал В. И. Ленин. Под декретом стоят также подписи председателя ВСНХ А. И. Рыкова, управделами СНК В. Д. Бонч-Бруевича и секретаря СНК Л. А. Фотиевой (Земля и Вселенная, 1989, № 2, с. 63.— Ред.).

В 1921 году при ВГУ был учрежден Межведомственный научно-технический совет. На должность председателя совета пригласили профессора Межевого института В. Ф. Красовского, который позднее стал заместителем начальника ВГУ. Так начала устанавливаться связь науки с производством, в результате в 1928 году был создан Центральный научно-исследовательский институт геодезии, аэросъемки и картографии (ЦНИИГАиК). Первым его директором стал Ф. Н. Красовский (Земля и Вселенная, 1989, № 1, с. 40.— Ред.).

Бонч-Бруевич и Красовский занимаются вопросами масштаба государственного картографирования на основе географического районирования всей территории СССР. Проведенные расчеты показали, что для топографической съемки одной только европейской части страны существовавшими тогда методами потребуется более ста лет. Основным масштабом сплошных топографических съемок на первом этапе принимается масштаб 1:100 000, а методом проведения топографических работ — тогда еще новый метод фотограмметрии на базе применения аэрофотосъемки.

Правильность идеи наделения ВГУ не только правом производства топографо-геодезических и картографических работ в стране, но и руководства ими в общегосударственном масштабе (не нарушая прав ведомств в производстве специальных съемок), проверена временем и полностью оправдалась. Правопреемником ВГУ

в 1938 году стало Главное управление геодезии и картографии (ГУГК) при Совнаркомом СССР. В начале 50-х годов под руководством ГУГК были закончены топографические съемки в масштабе 1:100 000 и начато сплошное картографирование в масштабе 1:25 000, которое в основном было завершено в середине 80-х годов. Во время Великой Отечественной войны ГУГК сыграл большую роль в обеспечении театра военных действий топографическими картами. По топографо-геодезической обеспеченности территории Советский Союз сейчас опережает все страны мира, имеющие большую территорию, например Канаду и США.

В 1924 году М. Д. Бонч-Бруевич начинает свою работу в ВСНХ, где занимается решением задач развития аэрофототопографии и внедрением аэрометодов в народное хозяйство. В 1924 году он организует при ВСНХ Государственное научно-техническое бюро «Аэросъемка», которое вступает в хозрасчетные отношения с Акционерным обществом «Добролет», будущим «Аэрофлотом».

В 1926 году бюро «Аэросъемка» начинает экспериментальные и производственные работы, связанные с применением аэрофотосъемки в топографии, землеустройстве, геолого-разведочном деле, гидрографии. Аэросъемочные работы стали использовать при изысканиях в связи с намечавшимися тогда строительством Туркестано-Сибирской железной дороги и мелиорацией земель Средней Азии. «В основе аэросъемочного производства,— говорил академик А. Е. Ферсман,— лежит глубокая идея, которая пока еще не является общепризнанной, идея огромного народнохозяйственного значения аэросъемки для СССР как метода хозяйственного овладения территорией».

В 1930 году бюро «Аэросъемка» выделяется в самостоятельную всесоюзную организацию «Госаэрофотосъемка», которая вскоре вошла в систему Главного геодезического управления.

Отмечая в 1926 году 35-летие служебной и общественной деятельности М. Д. Бонч-Бруевича, сотрудники «Аэросъемки», и среди них такие известные фотограмметристы, как В. С. Цвет-Колядинский, М. Н. Александровский, П. П. Соколов, В. Ф. Дейнеко и другие, обратились к нему с приветственным адресом: «Вы стойко защищали рубежи родной страны в грозные часы военных бурь, а когда смолкли громы орудий и настало время мирной созидательной работы, Вы с той же стойкостью и присущей Вам энергией и настойчивостью взялись за дело поднятия хозяй-

ства нашей необъятной Республики Труда... Вы с горячей верой в свое дело взялись за создание нового в СССР вида съемки и создали в конечном итоге Гос. Тех. Бюро «Аэросъемка». С каждым днем под Вашим настойчивым натиском исчезает дымка недоверия к нашему делу и завоевываются широкие возможности применения аэросъемки во всех решительно областях хозяйства страны».

В 1928 году Михаил Дмитриевич уходит от производственной деятельности и полностью посвящает себя научной и литературной работе, а позднее — с конца 1940-х годов — связывает до конца жизни свою судьбу с Московским институтом инженеров геодезии, аэрофотосъемки и картографии (МИИГАиК). Надо сказать, что научно-исследовательской и литературной деятельностью он занимался и ранее — участвовал в подготовке к изданию большого военно-исторического труда «Война 1914—18 гг. в документах».

В 1921—1926 годах увидел свет известный труд М. Д. Бонч-Бруевича «Потери Галиции в 1915 году» (в двух частях). В 1927 году он публикует научно-популярную работу «Аэросъемка и ее практическое значение», а в 1934 году выходит его книга «Аэрофотосъемка».

...Наступили 30-е годы — годы сталинских репрессий, начался поиск и разоблачение «врагов народа». В 1939 году на страницах юбилейного сборника «XX лет советской геодезии и картографии» некоторые деятели ВГУ обвинялись в том, что они находились «на поводу у троцкистско-бухаринских заправил». Особенно резким нападкам подвергался отчет о пятилетней деятельности ВГУ за 1919—1924 годы, составленный при непосредственном участии руководителей ВГУ М. Д. Бонч-Бруевича и Ф. Н. Красовского, а также других видных специалистов, правда фамилии их не назывались.

С тех пор имя М. Д. Бонч-Бруевича надолго исчезает из истории государственной геодезической службы, оно практически вычеркивается и из военной истории. И все же М. Д. Бонч-Бруевич продолжает свою деятельность, он возглавляет составление справочных руководств по аэрофотосъемке и геодезии, в том числе энциклопедического труда «Геодезия» в девяти томах (издан в 1939—1949 годах).

В 1942 году Высшая аттестационная комиссия присуждает М. Д. Бонч-Бруевичу — без защиты диссертации — ученую степень доктора технических наук, которая в 1944 году, по ходатайству Высшей военной академии, заменяется степенью доктора военных наук. Такой неординарный

случай свидетельствует о высоком признании заслуг М. Д. Бонч-Бруевича.

Последние годы своей жизни Михаил Дмитриевич работал над книгой «Вся власть советам» — одним из лучших произведений нашей мемуарной литературы о начале гражданской войны и о В. И. Ленине как военном руководителе советского государства.

К сожалению, М. Д. Бонч-Бруевич не увидел эту книгу изданной, не была опубликована и пролежавшая в архиве с 1949 года его большая статья «Как разворачивалась геодезическая деятельность в первые годы после Октябрьской революции». Книгу «Вся власть советам» он заканчивает словами: «Я и написал эти неприятные записки, единственная цель которых не столько рассказать о своей жизни, сколько

передать моему читателю ту любовь к высокому званию воина, которую я пронес через весь свой жизненный путь».

Скончался М. Д. Бонч-Бруевич 3 августа 1956 года и похоронен на 4-м участке Ваганьковского кладбища в Москве, недалеко от могил рабочих-железнодорожников, погибших в революционные годы.

В некрологе, помещенном в журнале «Геодезия и картография», впервые была отражена его жизнь и деятельность на высших военных и гражданских постах, отмечены заслуги перед советской геодезией. А к 100-летию со дня рождения ученого в издаваемом МИИГАиК журнале «Геодезия и аэрофотосъемка» вышла статья В. Г. Селиханович и Г. П. Логиновой «Михаил Дмитриевич Бонч-Бруевич».

НОВЫЕ КНИГИ

Осваивается вечная мерзлота

Природные льды и связанные с ними стихийные явления, физико-геологические процессы в мерзлых грунтах, особенности обитания живых организмов в условиях холода — вот круг вопросов, освещаемых в научно-популярной книге В. А. Поплавского «Природный холод» (Киев: Наукова думка, 1989).

В книге четыре главы. Первая содержит сведения о тепловом режиме планеты, который полностью определяется Солнцем. Автор рассказывает о формировании полярных областей планеты — ее естественных холодильников. Вторая глава книги вводит читателя в мир твердой



воды. Это и ледники — морские, озерные и речные, и град, и гололед, и снежные лавины.

Лед служит неотъемлемой частью мерзлых пород. Как распределены географически такие

породы, каковы их состав и свойства, какие процессы в них протекают — обо всем этом читатель узнает из третьей главы. Автор постоянно подчеркивает в ней важность изучения мерзлых пород для гидротехнического и иного строительства, а также для добычи полезных ископаемых на обширных северных территориях. Холод и жизнь — тема четвертой, заключительной главы книги. Здесь речь идет о живых организмах, вынужденных приспосабливаться к суровым условиям, обладающих мощным теплопродукционным аппаратом и совершенной системой терморегуляции. Приводятся интересные сведения и об этнических особенностях народов Крайнего Севера, которые выработались у них в суровых природных условиях.

Автор уделяет значительное внимание экологическим проблемам, которые особенно обострились в связи с интенсивным освоением зоны вечной мерзлоты.



Симпозиумы, конференции, съезды

Обсуждение проблем фундаментальной астрометрии

Дж. ЛИСКЕ

Лаборатория реактивного движения
Калифорнийского института, США

Я. С. ЯЦКИВ

академик АН УССР

По инициативе Главной (Пулковской) астрономической обсерватории АН СССР в Ленинграде с 17 по 21 октября 1989 года проходил симпозиум Международного астрономического союза на тему «Инерциальная система координат на небе». В работе симпозиума, который был приурочен к празднованию 150-летия Пулковской обсерватории (Земля и Вселенная, № 1, с. 49.— Ред.) приняли участие 280 ученых из 20 стран мира — ведущие специалисты в области астрометрии и смежных с нею наук.

Прежде чем перейти к изложению отдельных проблем, рассмотренных на симпозиуме, расскажем о состоянии и тенденциях развития астрометрии, занимающейся изучением геометрических и кинематических характеристик отдельных небесных тел, их комплексов и Вселенной в целом.

О СОВРЕМЕННОЙ АСТРОМЕТРИИ

Принципиальная основа классических астрометрических методов наблюдений и их обработки была заложена еще в конце XVIII века. С тех пор она практически

не изменилась, точность же самих наблюдений с помощью классических инструментов сначала возросла на порядок, а затем оставалась на том же уровне. Поэтому еще недавно можно было услышать или прочитать о «застое» и «консерватизме» астрометрии. В последние десятилетия ситуация коренным образом изменилась благодаря появлению в астрометрии новых идей, связанных с использованием радиоинтерферометрических наблюдений внегалактических радиоисточников, наблюдений звезд с борта ИСЗ, измерений расстояний до ИСЗ, Луны и планет. Более того, существенно возросла производительность труда в астрометрии благодаря созданию новой техники и применению ЭВМ, широкой международной кооперации в осуществлении крупных проектов.

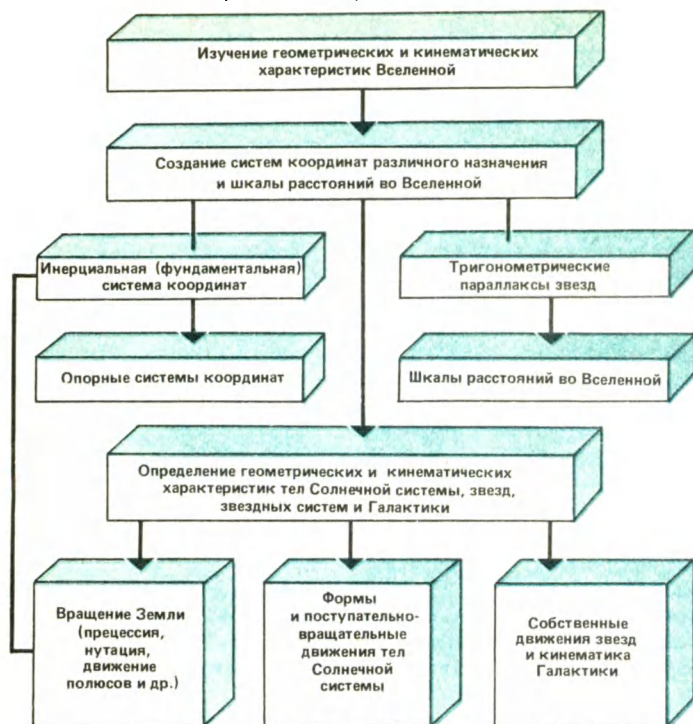
Таким образом, в 70-е годы в развитии астрометрии наступил качественно новый этап, характеризующийся не только существенным повышением точности астрометрических данных, но и пересмотром методологии астрометрии как науки, в частности это касается задания и построения основной системы

небесных координат — инерциальной (ИСК)¹. Центральное место в решении этой проблемы занимает **выбор опорных объектов**, служащих для задания направления осей и **начала отсчета координат**. Со времен Ньютона в качестве таких опорных объектов принимались «неподвижные» звезды.

После обнаружения собственных движений звезд возникла необходимость **точного определения и учета движения опорных объектов**. В начале XX века новое развитие получила идея Лапласа о выборе в качестве опорных внегалактических объектов (галактик, туманностей и других) и определении абсолютных (отнесенных к этим внегалактическим объектам) собственных движений звезд. Началась реализация соответствующих проектов. Затем, в 60-е годы, было открыто внегалактическое происхождение квазаров, которые можно наблюдать как

¹ Строго говоря, принимаемая в астрометрии система координат является квазиинерциальной, так как ее начало, барицентр Солнечной системы, движется с ускорением.

Проблематика современной астрометрии



Структура астрометрических исследований

в оптическом, так и радиодиапазоне. Внедрение метода радиоинтерферометрии со сверхдлинными базами (РСДБ) для определения угловых положений этих источников ознаменовало собой рождение нового этапа в задании и построении ИСК: **радиоастрономической реализации ИСК.**

Наконец, следует отметить, что имея точные теории (аналитические или численные) движения ИСЗ и других тел Солнечной системы, можно в каждый заданный момент определить в инерциальной системе координат положения этих объектов. Этот **динамический метод** задания и построения ИСК в последние годы получил существенное развитие. Итак, в настоящее время в

астрометрии существуют и успешно применяются три наиболее точные реализации ИСК — звездная, радиоастрономическая и динамическая (планетная). Будем их в дальнейшем обозначать ИСК-З, ИСК-Р, ИСК-П.

Установление взаимной связи этих реализаций ИСК — одна из важнейших задач современной астрометрии. При ее решении приходится рассматривать многие астрометрические проблемы. Поэтому на симпозиуме в Ленинграде можно было встретить специалистов разного профиля — от классических астрометристов до специалистов по управлению космическими аппаратами. Тематика симпозиума включала следующие разделы:

— вклад Пулковской обсерватории в создание инерциальной системы координат на небе;

— концепции, определения и модели, использую-

щиеся при задании ИСК; — реализации ИСК: наблюдения и анализ;

— связь между различными реализациями ИСК.

Все научные заседания, за исключением посвященного деятельности ГАО АН СССР и проведенного в Пулковской обсерватории в зале заседаний гостиницы «Пулковская». Всего было заслушано 139 докладов и сообщений, из которых 38 были приглашенными докладами, 38 — устными сообщениями и 63 — представлены на стендах. Как видно, программа симпозиума была, если так можно выразиться, перегруженной. В то же время она позволила получить достаточно полную информацию по рассматриваемой проблеме. Ниже дана краткая характеристика докладов и сообщений участников симпозиума в соответствии с указанными разделами.

ОСНОВНЫЕ ОПРЕДЕЛЕНИЯ И МОДЕЛИ

Под системой отсчета будем подразумевать систему координат, однозначно связанную с реальным телом отсчета (или совокупность тел) и соответствующей шкалой времени. Наиболее распространена прямоугольная система координат в трехмерном евклидовом пространстве, для задания которой необходимо указать ее начало, масштаб и ориентировку осей.

Эта система координат ничем не закреплена в космическом пространстве. Для ее реализации необходимо выполнить специальные наблюдения (измерения) и связать их с помощью выбранных физических моделей с оцениваемыми параметрами, в том числе координатами опорных объектов. В результате обработки наблюдений получают набор параметров или, другими словами, практическую реа-

лизацию рассматриваемой системы координат. Здесь возникает ряд трудных вопросов: 1) насколько оправдано задание ИСК в эвклидовом пространстве с точки зрения теории относительности? Начиная с какого уровня точности эффекты этой теории играют существенную роль? 2) как выбрать основные точки отсчета координат (например, прямых восхождений в экваториальной системе)? 3) как избежать терминологической путаницы?

Проблемы релятивистской астрометрии рассматривались в докладах ученых из КНР (Ху Ванг-син и другие), А. В. Войнова (СССР), В. А. Брумберга и других (СССР), А. Н. Александрова и других (СССР). К. А. Маррей (Великобритания) критически рассмотрел проблему принятия «невращающегося» начала для отсчета прямых восхождений звезд вместо традиционного начала — точки весеннего равноденствия, а Дж. Вилкинз (Великобритания) внес предложение по стандартизации принятой в астрометрии терминологии, касающейся задания и построения координатных систем.

В целом следует отметить, что выход астрометрии на милли-секундную точность измерений поставил перед учеными ряд актуальных теоретических проблем, в частности касающихся задания и взаимных переходов барицентрической, геоцентрической, спутниковой и других систем координат. Хотя на симпозиуме не было принято каких-либо конкретных рекомендаций по этому вопросу, состоялась, по нашему мнению, очень полезная дискуссия. Признано целесообразным продолжить изучение этой проблемы в рамках рабочей группы МАС по системам отсчета (председатель Дж. Хьюз, США), созданной по решению XX Гене-

ральной ассамблеи МАС (Балтимор, США, 1988 год).

ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ЗВЕЗД (ИСК-3)

По традиции эта система носит название **фундаментальной системы** координат и задается положениями и собственными движениями определенного количества звезд, входящих в фундаментальные каталоги. Практически оказалось удобным ИСК-3 задавать в виде средней экваториальной системы координат фиксированной эпохи. Из-за ошибок определения собственных движений звезд и некоторых астрономических постоянных приходится систематически совершенствовать ИСК-3, привлекая наблюдательный материал. В настоящее время в качестве стандарта принят «Пятый фундаментальный каталог (FK5)», содержащий 1670 звезд.

Как сообщил Г. Шван (ФРГ), большая международная работа по созданию FK5 близка к завершению. Основная часть каталога, записанная на магнитную ленту уже передана обсерваториям и вскоре выйдет из печати. Определены положения и собственные движения дополнительных ярких фундаментальных звезд (они также записаны на магнитные ленты); завершается работа по определению координат дополнительных слабых фундаментальных звезд.

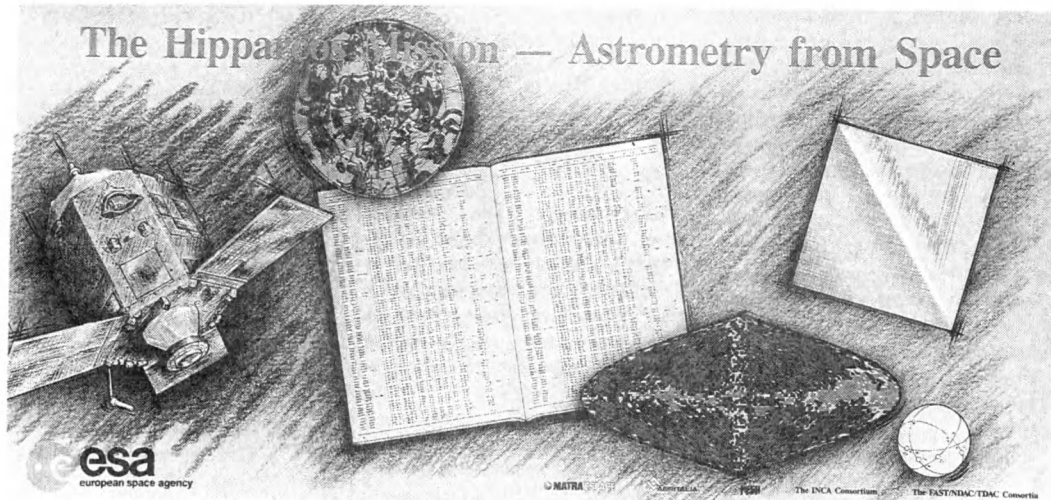
Каталог FK5 неоднороден по точности (ошибка положений основных звезд около $\pm 0,04''$, а дополнительных — около $\pm 0,10''$). Анализ точности этого каталога, в том числе по данным новых наблюдений, было посвящено несколько докладов и сообщений на симпозиуме (А. П. Гуляев, СССР; Г. С. Косин, СССР; Л. В. Моррисон и другие, Великобритания; Г. Караско и П. Лойола, Чили).

Для научных исследований и практических приложений необходимо знать координаты и собственные движения возможно большего числа звезд, то есть, как говорят астрометристы, распространять систему FK5 на другие (как правило более слабые) звезды. Такие звезды получили название **опорных**. Недавно в Военно-морской обсерватории США и Пулковской обсерватории завершена работа по составлению каталога опорных звезд южного полушария (SRS). От имени большого коллектива авторов с докладом на эту тему выступил К. А. Смит (США). Каталог SRS содержит координаты более 20 тыс. звезд. Вместе с аналогичным каталогом для северного полушария (АСК 3R) он составляет опорную координатную систему для редукций астропhotографий с более слабыми звездами ($9 < m < 13$). На симпозиуме были сообщены сведения о созданных или планируемых астропhotографических каталогах: PPM (С. Резер и У. Бастиян, ФРГ), ACRS (Т. Корбин, США), CPC-2 (К. А. Моррей и другие, Великобритания).

Создание таких каталогов особенно важно в связи с осуществлением проектов по космической астрометрии и подготовке для них специальных входных каталогов.

Благодаря выводу в космос астрометрических телескопов ожидается повышение на порядок точности измерений, а следовательно на порядок точнее станут и определения положений, собственных движений и параллаксов звезд. На симпозиуме обсуждалось состояние дел с реализацией проектов. Проект «Hipparcos» (Европейское космическое агентство) имеет целью определение астрометрических характеристик 100 тыс. звезд с точностью около $\pm 0,002''$. Космический телескоп Хаббла (НАСА), снабженный

The Hipparcos Mission — Astrometry from Space



специальной системой точного гидирования, позволит определить относительные положения слабых звезд, а готовящиеся новые проекты: «РЕГАТА — АСТРО» (ИКИ АН СССР), «ЛОМОНОСОВ» (ГАИШ и другие организации), «POINTS» (Военно-морская обсерватория США) и «АИСТ» (ГАО АН СССР) продолжают эту работу.

ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ РАДИОИСТОЧНИКОВ (ИСК-Р).

В связи с развитием метода радиointерферометрии со сверхдлинными базами получены различные реализации ИСК, на основе которых делаются попытки создать свободный каталог радиоисточников (Земля и Вселенная, 1983, № 1, с. 4.— Ред.). Наиболее известна свободная система RSC, подготовленная Международной службой вращения Земли (IERS). Она содержит положения 23 основных и 205 вторичных и дополнительных радиоисточников. Ее внутреннего согласованность находится на уровне $0,001''$. На симпозиуме говорилось и о двух других реализациях ИСК-Р, подготовленных в

Рекламный плакат проекта «Hipparcos»

Астрономическом вычислительном институте в Гейдельберге (ФРГ) и ГАО АН УССР. Взаимное согласие этих реализаций — на том же уровне. Обнаруженные расхождения могут объясняться различием методов обработки и использованного наблюдательного материала. Вопросы, касающиеся определения положений радиоисточников и других параметров по данным РСДБ-наблюдений, обсуждались в докладах ученых США О. Соуерса (сеть дальней космической связи DSN), Чопо Ма (геодинамический проект НАСА) и других. Достигнутая внутренняя точность подгонки искомым параметрам к наблюдениям составляет сейчас несколько десятков микросекунд дуги. Все же остаются неясными некоторые источники систематических ошибок, в частности обусловленные влиянием тропосферы.

На симпозиуме был заслушан доклад сотрудников ИПА АН СССР и ГАО АН УССР о создании в СССР специальной радиointерферометрической сети

КВАЗАР. Особый интерес вызвали сообщения по проблеме пульсарной астрометрии и перспективам создания систем отсчета на основе регистрации моментов приема сигналов от пульсаров.

ИНЕРЦИАЛЬНАЯ СИСТЕМА КООРДИНАТ ПЛАНЕТ (ИСК-П)

Эта динамическая реализация ИСК задается теориями движения тел Солнечной системы и результат ее — наиболее точные эфемериды этих тел. М. Стендиш и Дж. Вилльямс (США) сделали доклад о новой, более точной по сравнению с DE 200 эфемеридой планет — DE202. Из сравнения этой эфемериды с меридианными наблюдениями планет обнаружены систематические расхождения, которые пока что не удалось объяснить. Докладчики предполагают, что они вызваны ошибками собственных движений фундаментальных звезд. Этой же проблеме был посвящен доклад группы ученых ГАИША и Центра управления полетами СССР. Из сравнения наблюдений спутников Марса с теорией найдены различия в ориентации динамической и звездной реали-

заций ИСК. Для окончательных выводов необходимы новые наблюдения.

В докладах В. К. Тарадия (ГАО АН УССР), Т. В. Боровицкой и В. А. Шефера (Томский университет), М. В. Беликова и других (ИТА АН СССР), Д. П. Думы и П. М. Федия (ГАО АН УССР) были рассмотрены численные алгоритмы определения положений больших и малых планет.

СВЯЗЬ МЕЖДУ РАЗЛИЧНЫМИ РЕАЛИЗАЦИЯМИ ИСК

Этой актуальной по проблеме астрометрии было уделено большое внимание на симпозиуме. Прежде всего следует отметить доклады, касающиеся определения нутаций по данным наблюдений и их сравнения с современными теориями, обзор которых сделали С. М. Молоденский (СССР) и Дж. Бар (США). Напомним, что принятая сейчас теория нутации МАС 1980 базируется на теории нутации абсолютно твердой Земли, разработанных Х. Киношито (на симпозиуме был заслушан доклад Дж. Соуше и Х. Киношито о некотором улучшении этой теории), с учетом поправок за упругость мантии и влияния жидкого ядра, вычисленных по теории Дж. Вара. Недавно были обнаружены расхождения теории нутации МАС 1980 с наблюдениями на уровне $\pm 0,002''$. Их анализ позволил уточнить некоторые члены нутации (в частности годовой) и рассмотреть ряд возможных геофизических эффектов, не учтенных в теории нутации (влияние океана, ошибочность принятого значения эллиптичности границы ядра — оболочка и так далее).

По-видимому, современные определения нутации из наблюдений смогут обеспечить ценную информацию о внутреннем строении Земли,



как это уже было в начале и середине нашего столетия. Сейчас ведется активная работа по подготовке нового международного стандарта по нутации.

Несколько докладов было посвящено установлению связи звездной и радиоастрономической (внегалактической) реализаций систем координат по данным фотографических наблюдений квазаров (около 250 объектов) и меридианным наблюдениям радиозвезд (около 100 звезд, из них пригодны к РСДБ-наблюдениям около 10). Обзор этих работ был сделан И. И. Кумковой (программа КОНФОР и другие программы), а отдельные результаты приведены в докладах В. Дика (ГДР), Л. Моррисона (Великобритания), М. Миямото (Япония) и других.

Особое место занимали доклады А. Клемолы и других (США), В. Ван Альтена (США), Н. М. Бронниковой (ГАО АН СССР), С. П. Рыбки (ГАО АН УССР), посвященные проблеме определения абсолютных собственных движений звезд по Ликской и Пулковской программам, а

В кулуарах совещания. Слева направо: Я. С. Яцкив, Дж. Лиске, Дж. Вилкинз, В. К. Абалакин

также программе Йельского университета. Эти обширные астрометрические программы близки к завершению, что позволит существенно продвинуть исследования по кинематике Галактики, уточнить некоторые астрономические постоянные и так далее.

Итак, даже в такой классической области астрономии как астрометрия происходят сейчас быстрые изменения благодаря накоплению качественно нового наблюдательного материала. В связи с этим на симпозиуме было принято три резолюции, относящиеся к реализации проекта «Hipparcos», перспективам астрометрии и организации РСДБ-наблюдений.

Не успели затихнуть дискуссии на Пулковском меридиане, а уже намечены очередные встречи ученых в США (1990 год) и Аргентине (1991 год).

Юбилей Пулковской обсерватории на советской почтовой марке

В ознаменование 150-летней годовщины основания Пулковской обсерватории Министерство связи СССР 20 июля 1989 года ввело в обращение новую почтовую марку. Тираж марки 3,1 млн экземпляров. Ее проект принадлежит московскому художнику Ю. И. Косорукову, он же и автор конверта «первого дня», отпечатанного в Московской типографии «Гознак». В связи с выходом марки в свет на Ленинградском почтамте использовалось специальное гашение «первого дня».

Выбору сюжета марки предшествовали долгие дебаты, в результате которых разработка темы пошла по пути, намеченному безвременно скончавшимся сотрудником Пулковской обсерватории Д. Е. Шеголевым. На марке крупным планом представлен южный фасад главного здания обсерватории со стороны научной площадки с куполами в той форме, которую они приобрели в ходе возрождения обсерватории после Великой Отечественной войны. Напомним, что разрушенное главное здание восстанавливалось практически по первоначальному проекту, в то время как на башнях вместо прежних устаревших куполов установили круглые металлические купола современной конструкции.

Вторым планом на марке представлены два астрономических инструмента, символизирующие былую и современную славу Пулковской обсерватории. Слева вертикальный круг Эртеля — один из старейших астрономических инструментов обсерватории, заказанный ее основателем В. Я. Струве.



Справа — Большой пулковский радиотелескоп РАТАН-600. Ведущая роль в создании БПР принадлежала основателю пулковской школы радиоастрономии С. Э. Хайкину.

К сожалению, проект при его полиграфическом воспроизведении несколько пострадал. По замыслу художника сочно-синий цвет «ночного неба», служащий фоном марки, удачно оттенялся нежным «лунным» серебром рисунка. Однако в печати «лунное» серебро обернулось цветом тускло-серым, а водянистый синий цвет потерял логическую связь с ночным небом. Марка погасла и в целом приобрела мрачноватый колорит. Жаль, поскольку по существу она была задумана интересно и принята Редакционно-художественным советом с похвалой.

Новая марка — вторая из специально посвященных Пулковской обсерватории. Первая вышла в июле 1954 года к открытию восстановленной после войны обсерватории (тираж 1,5 млн экз.). Силуэт Пулковской обсерватории возник и на марке 1956 года выпущенной к 125-летию со дня рождения Ф. А. Бредихина. В 1964 году выходила марка, посвященная 100-летию со дня смерти основателя обсерватории В. Я. Струве.

А. А. ГУРШТЕЙН
доктор физико-математических наук

Информация

Климат теплеет

Сделаны уточненные оценки изменений климатических условий в нашей стране до 2000 года. Предполагается, что температура воздуха повысится в высоких широтах на 3—5 °C зимой и около 2 °C летом, в средних широтах — на 2—3 °C зимой и около 1 °C летом. В Средней Азии местами возможно понижение температуры воздуха. Годовое количество осадков увеличится в се-

верных районах страны на 5—10 см, в Казахстане и Средней Азии, на юге Украины и на Северном Кавказе — на 10—15 см. В центре европейской части страны и Западной Сибири осадки, напротив, уменьшатся.

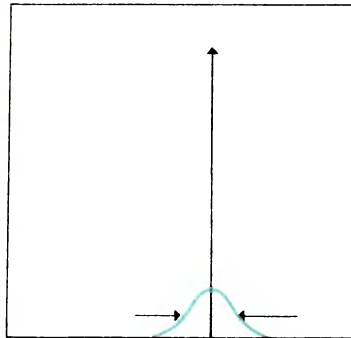
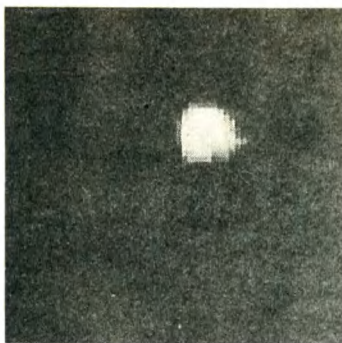
Прогнозируемые к 2000 году метеорологические условия могут привести к заметным изменениям стока вод. В лесостепной зоне европейской территории страны и Западной Сибири уменьшится на 10—12 % от нормы годовой сток малых и средних рек. В более южных степных районах годовой сток рек увеличится на 10—20 %, а рек севера европейской части и Сибири — на 10—15 %.

Что же ожидается в самые ближайшие годы? В основной зоне сельскохозяйственного производства страны в первой половине 90-х годов сохранится вероятность засух, во второй половине 90-х годов при развитии глобального потепления здесь, скорее всего, восстановятся условия, характерные для благоприятного по влажности периода 1964—1974 годов.

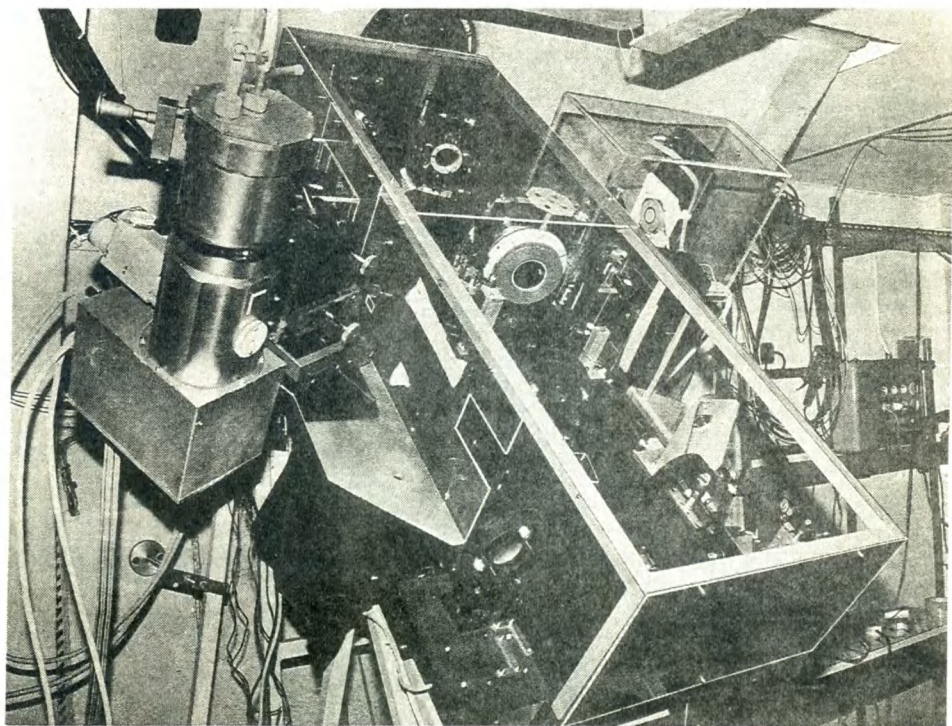
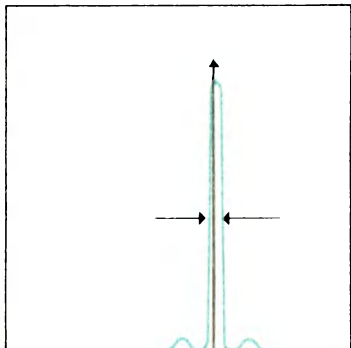
*Доклад Госкомприроды СССР
«Состояние природной среды
СССР в 1988 году», Москва, 1989*

Испытания адаптивной оптической системы ESO

Несколько французских научных центров совместно с Европейской южной обсерваторией (ESO) закончили изготовление и провели успешные испытания по звездам адаптивной оптической системы. Адаптивная оптика позволила эффективно компенсировать влияние турбулентности



Изображения и фотометрические профили звезды в К-фильтре (экспозиция 50 с) с выключенной и включенной адаптивной системой. Качество изображения без адаптации составляет 1,2 угл. с. Включение адаптивной системы позволило улучшить разрешение в 3 раза и достичь дифракционный предел, равный 0,4 угл. с (для $\lambda = 2,2$ мкм и $D = 1,52$ м)



земной атмосферы на качество изображения астрономических объектов.

Адаптивная система состоит из деформируемого зеркала, гибкая поверхность которого может точно компенсировать искажения волнового фронта от звезды при прохождении света через оптически неоднородную атмосферу Земли. На тыльной стороне этого зеркала расположено 19 актюаторов, которые работают в режиме «тяги — толкай» и позволяют сто раз в секунду заданным образом изменять форму поверхности зеркала. Информация о необходимой величине деформаций поступает от датчика, измеряющего величину отклонения волнового фронта от плоскости. Мощная ЭВМ обрабатывает эту информацию и вычисляет необходимую величину сигнала для всех 19 актюаторов,

которые и деформируют требуемым образом поверхность адаптивного зеркала.

Испытания проводились на 1,52-метровом телескопе обсерватории Горный Прованс во Франции с 12 по 23 октября 1989 года. В каждой из десяти ночей наблюдения велось по 10 ярким звездам с регистрацией изображений на инфракрасном приемнике через различные фильтры. Экспозиция в зависимости от яркости звезды менялась в пределах от 10 до 100 с. Для длины волны 3,5 мкм и более адаптивная оптика позволяла получать изображение звезды, ограниченное только дифракционным пределом независимо от величины атмосферной турбулентности; дифракционный предел часто достигался на длине волны 2,2 мкм (К-фильтр) и иногда был виден на волне 1,2 мкм.

Данная система стала прототипом адаптивной оптики для VLT («Очень большого телескопа») с эффективным диаметром главного зеркала 16 м. Этот телескоп Европейская южная обсерватория планирует установить на одной из вершин Чилийских Анд в конце 90-х годов. В ближайшее время адаптивная система будет установлена на 3,6-метровом телескопе обсерватории Ла Силлья. Наступает новая эра в наземных оптических наблюдениях, когда адаптивная оптика позволит компенсировать так досаждающие наблюдателям искажения света от небесных объектов в турбулентной атмосфере.

Press Release ESO,
1989, PR 06/89

НОВЫЕ КНИГИ

«Суперсила»

Это название книги известного английского популяризатора науки Пола Девиса («Мир», 1989, перевод Ю. А. Данилова и Ю. Г. Рудого под редакцией Е. М. Лейкина). Автор так ее характеризует: «В этой книге я рассказал о том, что можно было бы назвать величайшим триумфом новой физики, — о полной теории Вселенной, включая ее происхождение. Начало этой поразитель-



ной перспективе было положено серией существенных продвижений в нашем познании сил, точ-

нее взаимодействий, управляющих природой. Последние исследования свидетельствуют о существовании некой главенствующей суперсилы, различными проявлениями которой служат все известные нам взаимодействия. Новые открытия проложили путь к радикально новой концепции единой Вселенной, рожденной в результате чудовищного катаклизма, в котором под действием суперсилы из первичного горнила возникли все физические системы».

Четырнадцать глав книги охватывают многие интереснейшие проблемы физики и микро- и макромира. Популяризаторский талант автора делает самые трудные вопросы современного естествознания доступными пониманию всех, кто следит за развитием физики, астрофизики, космологии и философии.

**МАГАЗИН № 3 «КНИГА—ПОЧТОЙ»
ПРЕДЛАГАЕТ КНИГИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА «НАУКА»:**

Готовятся к печати:

**АСТРОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ НА КОСМИЧЕСКОЙ
СТАНЦИИ «АСТРОН». 1990. 20 л. 4 р.**

**Бочкарев Н. Г. МЕСТНАЯ МЕЖЗВЕЗДНАЯ СРЕДА. 1990. 9 л.
1 р. 80 к.**

**Ван-Дер-Варден Б. ПРОБУЖДАЮЩАЯСЯ НАУКА. 1990. 25 л.
5 р.**

**Витязев А. В., Печерникова Г. В., Сафронов В. С. ПЛАНЕТЫ
ЗЕМНОЙ ГРУППЫ: ПРОИСХОЖДЕНИЕ И РАННЯЯ
ЭВОЛЮЦИЯ. 1990. 20 л. 4 р.**

**Опаловский А. А. ПЛАНЕТА ЗЕМЛЯ ГЛАЗАМИ ХИМИКОВ
[Наука и технический прогресс]. 1990. 10 л. 50 к.**

**Яковлев Н. Н. ВОЛЬНАЯ ШКОЛА НАУКИ И ПРОСВЕЩЕ-
НИЯ [История науки и техники]. 1990. 7 л. 70 к.**

Имеются в наличии:

**Караченцев И. Д. ДВОЙНЫЕ ГАЛАКТИКИ. 1987. 248 с. 4 р. 30 к.
150 ЛЕТ ПУЛКОВСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ. 1989. 311 с. 4 р. 20 к.**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ТВОРЧЕСТВА ОСНОВОПОЛОЖНИКОВ
КОСМОНАВТИКИ И ЕЕ СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ.
1989. 172 с. 1 р. 70 к.**

**Заказы направляйте по адресу: 117393 Москва, ул. Академика Пилюгина,
дом 14, корп. 2. Магазин «Книга —
почтой»
«Академкнига».**

Космос Ньютона

Л. В. ЛЕСКОВ

доктор физико-математических наук



Исаак Ньютон (1643—1727)

Сорок лет назад мы, зеленые первокурсники физического факультета МГУ, с душевным трепетом впервые переступили порог Большой физической аудитории в старом здании университета на Моховой. Внизу, над демонстрационным стеллажом лектора, был установлен бюст Ньютона. Казалось, великий физик смотрит на нас строго и испытующе. Под бюстом висел большой планшет, на котором по-латыни были выписаны его знаменитые аксиомы или законы движения. За многие часы, проведенные в этой аудитории, мы выучили эти чеканные строки почти наизусть: «*Axiomata sive leges motus. Lex I. Corpus omne perseverare in statu suo quiescendi...*»

Много позже я прочитал эти классические формулировки в превосходном слегка архаизированном переводе с латинского,

который принадлежит академику А. Н. Крылову:

Закон 1. Всякое тело продолжает удерживаться в своем состоянии покоя или равномерного прямолинейного движения, пока и поскольку оно не понуждается приложенными силами изменить это состояние.

2. Изменение количества движения пропорционально приложенной движущей силе и происходит по направлению той прямой, по которой эта сила действует.

3. Действию всегда есть равное и противоположное противодействие...

С этих трех законов — инерции, движения, действия и противодействия — да еще закона всемирного тяготения, честь открытия которого также принадлежит Ньютону — по существу началась современная физика. Чтобы сформулировать эти законы, Ньютону пришлось ввести в научный оборот ставшие теперь привычными понятия массы и силы, по-своему определить пространство и время. Все вместе взятое это составило основы классической механики.

А что еще мы узнали, находясь в стенах физфака, о работах одного из творцов научной революции? Как это ни парадоксально, почти ничего. Знали, конечно, о работах по оптике. Но уже в XVIII веке наука пошла здесь по другому пути. Те из нас, кто не ограничивался учебниками, а познакомился с книгами С. И. Вавилова и Б. Г. Кузнецова, специально изучавших творчество Ньютона, могли узнать о его алхимических опытах, о странном для естествоиспытателя увлечении проблемами Библии. И это, пожалуй, все. Я далек от мысли критиковать профессоров, которые читали нам лекции. Совсем напротив, это были первоклассные специалисты, и мы много получили, общаясь с ними. Дело в другом — в «установках сверху», которые существовали в нашем обществе.

С тех пор прошли годы и десятилетия. Переехал в новое здание на Ленинских горах физфак. Ввиду аварийного состояния закрыли Большую физическую аудиторию на Моховой. И даже сама эта старинная

улицы, куда мы спешили на лекции, исчезла с карты Москвы, уступив место казенно-официальному проспекту Маркса... Но много ли больше узнают о творчестве великого физика и естествоиспытателя в наше время студенты и школьники?

А между тем уже многие современники сумели оценить его труды гораздо глубже. Ж. Лагранж сказал, что Ньютон не только величайший, но и самый счастливый гений, потому что «систему мира можно установить только один раз».

Поэт Александр Поп посвятил своему великому соотечественнику стихи:

Природы строй, ее закон и ответной тьме
хранился
И Бог сказал: «Явись, Ньютон!» И всюду свет
разлился.

Чтобы читатели вполне оценили смысл этих строк, напомним, что у современников Попа и Ньютона было на слуху: уже в первом абзаце библейской книги Бытия приводятся слова Бога — «да будет свет!» Вот какое значение придавали восхищенные современники работам Ньютона!

Сам Ньютон, подводя в конце жизни итоги своей деятельности, высказался намного более сдержанно: «Не знаю, чем я могу казаться миру, но сам себе я кажусь только мальчиком, играющим на морском берегу, развлекающимся тем, что от поры до времени отыскиваю камешек более цветистый, чем обыкновенно, или красную раковину, в то время как великий океан истины растилается передо мной неисследованным».

«Система мира», «природы строй», «великий океан истины» — это и есть то главное, что всю жизнь стремился познать Ньютон. Это главное — система мироздания.

Две с половиной тысячи лет назад о системе мироздания думал древнегреческий математик и философ Пифагор. Для ее обозначения он, по преданию, впервые употребил слово «космос», что по-гречески означает «порядок». Пифагор имел в виду мир как упорядоченное целое. С тех пор это слово вошло в научный обиход. Правда, в разные эпохи в этот термин вкладывали несколько разный смысл. Ньютону это слово не нравилось, и он, кажется, им не пользовался вообще. В наше время слово «космос» чаще употребляют просто как синоним Вселенной. Или используют его, имея в виду околоземное пространство, которое человечество успешно осваивает (в англоязычных странах теперь обычно так и говорят — «space», то есть «пространство»).

Но если вернуться к первоначальному смыслу слова «космос» как системы миро-

здания, то каким его содержание виделось Ньютону? Обратимся к основному труду Ньютона — «Математические начала натуральной философии». (Земля и Вселенная, 1987, № 1, с. 37.— Ред.).

В названии книги Ньютона слышится отзвук споров, о которых в наши дни мало кто помнит, но которые во времена Ньютона волновали лучшие умы. Своей книгой Ньютон бросал вызов знаменитой работе «Начала философии» Декарта, опубликованной за четыре десятилетия до того. Декарт построил цельную картину мира, в которой с чисто механических позиций давал объяснение всем известным в то время физическим и химическим явлениям. Заслуга Декарта состояла в том, что он сумел отбросить закосневшие средневековые представления, основанные на приспособлении физики Аристотеля к христианской теологии. Однако метод, которым пользовался Декарт, обладал принципиальным недостатком: Декарт злоупотреблял произвольными гипотезами. Вкус соли, например, он «объяснял» тем, что ее частицы имеют игольчатую форму. Предсказательная сила научных построений, основанных на таком методе, разумеется, была невелика.

Ньютон полностью отверг подход Декарта. Изречение «Hypotheses non fingo» — «гипотез не измышляю» — стало его девизом. Вместо этого Ньютон выдвинул физику принципов. «Не должно требовать в природе других причин сверх тех, которые истинны и достаточны для объяснения явлений», — писал он. Речь шла об открытии наиболее общих закономерностей на основе наблюдений и опытов. С этой задачей Ньютон справлялся прекрасно. Но он не останавливался на этом: он умел придать сделанным открытиям совершенную, предельно отточенную математическую форму.

Какой же была Вселенная, открывавшаяся современникам со страниц «Начал»? Мир, сконструированный Ньютоном, привычен и странен. Абсолютное пустое Пространство. Оно не имеет границ и подчиняется евклидовой геометрии. Здесь вечно кружатся светила и планеты, послушные закону всемирного тяготения. Что-то вроде пустого ящика без стенок. Или вроде наемной казармы, как удачно выразился однажды, кажется, Г. Вейль, немецкий математик.

Свойства этого абсолютного пространства парадоксальны: между заполняющими его телами действуют ньютоновы силы тяготения, которые распространяются прямолинейно, мгновенно и на любые расстояния. Что такое протяженное пространство, если взаимодействия между телами не зависят ни от протяжения, ни от времени?

Их признание означает отрицание непрерывности пространства и времени...

Время у Ньютона абсолютно, как и пространство. Ход времени равномерен и синхронен во всех точках пространства и ни от чего не зависит. Часы идут абсолютно одинаково во всех уголках бесконечной Вселенной.

С бесконечностью тоже было не все в порядке. Ньютон полагал, что звезды равномерно распределены во Вселенной. Но может ли такая Вселенная, в которой действует универсальный закон всемирного тяготения, быть устойчивой? Нетрудно убедиться, что в случае равномерного распределения массы со временем она должна вся целиком стянуться либо в одну точку, либо в бесчисленные сферы. А поскольку этого не происходит, то, следовательно, должен существовать какой-то внешний «агент», (например, божественная воля), препятствующий такому развитию явлений и возвращающий системе устойчивость.

Впрочем, сила тяготения, введенная Ньютоном, вызвала много критических замечаний у его современников. Ньютонскую концепцию тяготения отказались принять Гюйгенс и Лейбниц: их не устраивало, что Ньютон не мог указать механизма действия этой силы.

Впрочем, слабость своей концепции в этом пункте прекрасно осознавал и сам Ньютон, который чуть ли не в течение всей жизни постоянно предпринимал попытки найти «агента», ответственного за тяготение. Он перебрал ряд идей, но ни одна из них не устроила его; не удавалось найти однозначную связь с известными природными явлениями. В том, что такой механизм должен существовать, сомнений у Ньютона не было. «Гравитацию должен вызывать агент, — писал он, — постоянно действующий по определенным законам. Но о том, материален или нематериален этот агент, я предоставляю судить моим читателям». Самому Ньютону так и не удалось раскрыть механизм действия тяготения.

И еще одной особенностью обладала Вселенная Ньютона: свойства ее не менялись со временем. Мир Ньютона статичен, лишен развития, он возник в результате описанного в Библии акта творения, «первого толчка». Это был шаг назад даже по сравнению с воззрениями античной науки. Вот как оценил эту ситуацию Ф. Энгельс: «Насколько высоко естествознание первой половины XVIII века поднималось над греческой древностью по объему своих познаний и даже по систематизации материала, настолько же оно уступало ей в смысле идейного овладения этим материалом, в смысле общего воззрения на природу».

Хорошо известно, что созданная Ньютоном математическая теория позволила ему решить ряд важнейших астрономических задач (теория движения Луны, планет и комет; объяснение приливов и отливов и так далее). Развивая теорию Ньютона, его последователи в XVIII и XIX веках обеспечили буквально триумфальное шествие астрономии и механики. Эти новые успехи были связаны с именами таких блестящих ученых, как Л. Эйлер, А. Клеро, Ж. Даламбер, Ж. Лагранж, П. Лаплас, И. Кант.

В частности, в своем обширном труде «Небесная механика» Лаплас развил теорию устойчивости движения планет вокруг Солнца. В результате отпала необходимость прибегать к услугам какого-либо постороннего «агента», который время от времени подправлял бы их движение по орбитам. В другой своей работе «Изложение системы мира» Лаплас — и независимо от него Кант — выдвинули совершенно новую гипотезу о происхождении Солнечной системы из небулярной туманности. Вселенная перестала быть неизменной. Все это позволило Лапласу сто лет спустя после работ Ньютона на вопрос Наполеона о роли бога в мироздании произнести слова, ставшие крылатыми: «Гражданин первый консул, в этой гипотезе я не нуждался».

Система мира Ньютона оставалась бы не полной, если бы ее автор не попытался дать ответ на вопрос о месте, которое в мироздании занимает человек, о соотношении макро- и микромира. И Ньютон предпринял такую попытку. Но знаем мы об этом немного, хотя бы потому, что значительная часть рукописей Ньютона осталась неопубликованной, а многие из них вообще удалось обнаружить только в последние годы. Речь идет о теологических работах Ньютона. Современный биограф Ньютона Л. Мор писал по поводу этих работ: «Если бы он жил в наши дни, он мог бы развлечься в свободные часы всепожирающим чтением детективных романов или решением кроссвордов вместо древней хронологии и библейских пророчеств».

В те времена, когда мы слушали лекции на старом физфаке, на теологию полагалось смотреть сквозь уменьшительные стекла четвертой главы «Краткого курса истории ВКП(б)». Поэтому мы не очень далеко уходили от содержащихся там сходных оценок идеализма и поповщины... Но что же все-таки писал такой гений, каким был Ньютон? Как на самом деле он относился к идее бога, к религии?

«Рассуждение о Боге, — писал Ньютон в последнем поучении к «Началам», — на основании совершающихся явлений, конечно, относится к натуральной философии».

PHILOSOPHIÆ
NATURALIS
PRINCIPIA
MATHEMATICA

Autore ^{nao} J. S. NEWTON ^{Equile funto,} Trin. Coll. Cantab. Soc. Matheseos
Professore ^{Luciano,} & Societatis Regalis Sodali.
~~et Societatis Regiae Societatis~~

IMPRIMATUR
S. PEPYS, Reg. Soc. PRÆSES.
Julii 5. 1686.

LONDINI,
Jussu Societatis Regiae ac Typis Josephi Streater. Prostat apud
plures Bibliopolas. Anno MDCLXXXVII.

В манускрипте Ньютона «Философские истоки языческой теологии» говорится о том, что единственно истинной была древняя религия, существовавшая во времена Ноя. Ее сторонники поклонялись единому Богу — творцу универсума — в храмах, в центре которых располагался огонь — символ гелиоцентрической Вселенной. По мнению Ньютона, истинной религии соответствовала истинная натуральная философия —

Титульный лист первого издания книги Ньютона «Математические начала натуральной философии» (Иллюстрации из книги В. Карцева «Ньютон», М.: 1987)

гелиоцентрическая система мира. Впоследствии язычники исказили истинную религию, введя многобожие, причем особенно

большой вред нанесло изобретение геоцентрической системы мира. Позже через Афанасия Александрийского эти ошибочные взгляды проникли и в христианство.

Христос — (по Ньютону) не Бог, а лишь «превосходнейшее творение» Бога — был послан в мир, чтобы воссоздать утраченную истинную религию Ноя. Однако его последователи, начав поклоняться самому Христу как Богу, снова вернулись к идолопоклонству. В этом Ньютон обвиняет прежде всего католицизм, на разоблачение которого не жалеет самых резких оценок («великое отступничество», «идолопоклонники», «богохульники и духовные развратники» — это уже из другого богословского трактата Ньютона «Наблюдения над пророчествами»).

Парадокс: Ньютон, член Тринити-колледжа в Кембридже (Колледжа Святой Троицы) выступает против канонического догмата троичности Бога! Видимо, именно в этой его убежденности и состояла главная причина, по которой многие его богословские работы так и остались неопубликованными при жизни: прослыть еретиком было опасно даже для Ньютона. Но явственные отзвуки этого убеждения слышны и в «Началах», где Бог характеризуется как Пантократор, осуществляющий абсолютную власть над творением.

Ньютон утверждал, что истинная религия открывается людям через изучение природы. Инструмент познания универсума и божественного промысла — наука. Отсюда следовало, что высший критерий истинности познания — авторитет самого интеллекта, ведущего исследование научным методом. Вселенная представлялась Ньютону истинным храмом Бога. Исследуя природу, человек познает безграничную мудрость творца, а исследуя пророчества, содержащиеся в Библии, — его всемогущество и его намерения относительно человечества и относительно универсума в целом.

Развивая эту точку зрения, Ньютон потратил много сил на толкование древних пророчеств. Знаменательно, что при этом он разработал метод, который в наше время назвали бы системным: он сформулировал четкие правила однозначной интерпретации пророчеств, составил словарь символов, которыми пестрят темные речи Библии, ввел каталог из 70 типов пророчеств. И сделано это было для того, чтобы очистить истинный смысл пророчеств, в которых Ньютону слышался глас Божий, от наслоений фантазии многих поколений переписчиков древних книг.

Любопытно, что проводя по этой методике численные манипуляции над текстами Библии, Ньютон попытался предсказать дату второго пришествия и конца мира. Снача-

ла у него получился XIX век, а в последующих работах он «перенес» наступление этих событий на более позднюю эпоху — на 2060 год. Разумеется, конкретное содержание богословских рукописей Ньютона имеет чисто исторический интерес, но о них уместно вспомнить в связи с современными астрологическими пророчествами...

Ньютон был сыном времени, в котором теология занимала господствующие позиции. Мы видим, что в его мировоззрении механистический материализм переплетался с деизмом. Но мы видим и другое: подойдя к исследованию вопросов теологии с позиций научных методов, Ньютон сразу вынужден был начать с глубокого переосмотра самих основ религии.

Бог Ньютона остается еще всемогущим Пантократором, но в природе его власть начинается там, где проходят границы нашего незнания природных явлений. Знакомство с содержанием богословских рукописей гениального физика позволяет сделать вывод, что, несмотря на словесный антураж о всемогуществе творца, Бог Ньютона довольно сильно напоминает Бога Спинозы (последний просто отождествлял его с природой).

Не случайно поэтому церковь восприняла работы Ньютона довольно настороженно. В Англии с критикой выступил епископ Беркли. Лейбниц обвинил Ньютона в атеизме. Во Франции по решению суда сожгли книгу Вольтера, в которой излагалось учение Ньютона. После работ Ньютона началось решительное наступление естествознания на крепости защитников Бога и, по выражению Ф. Энгельса, пока «наконец вся бесконечная область природы не оказывается завоеванной знанием и в ней не останется места для творца».

Чтобы составить достаточно полное представление о системе мироздания по Ньютону, следует вспомнить, что Ньютона иногда называли «последним из магов», имея в виду его многолетнее увлечение химическими и алхимическими опытами. Алхимики, как известно, искали «философский камень», обеспечивающий взаимопревращения веществ. В рукописи Ньютона «Рост металлов» содержатся любопытные рассуждения о том, что в природе действуют активные начала (агенты), проявление которых не удастся описать на языке механических представлений о корпускулах и их движениях. Ньютон как бы пытался преодолеть механистические рамки разработанной им же самим концепции (вспомните процитированные выше его слова о мальчике на берегу великого океана истины).

Анализируя богословские и алхимические работы Ньютона, можно убедиться

в том, что в космосе Ньютона человек занимает центральное место. Себя же Ньютон рассматривал как пророка, который овладел научным методом и способен открывать роду людскому божественные предначертания. Но поскольку библейские книги, как мы теперь хорошо знаем, имеют вполне «человеческое» происхождение, сам могущественный Вседержитель невольно превращается не более чем в тень человека в небесах, которые предстоит исследовать...

Ньютон отвергает попытки свести сущность человека к чисто механическим процессам, с которыми метафизически соединена «разумная душа». Такую попытку предпринял, как известно, Декарт, для которого человек не более, чем одушевленный механизм. Ньютон не повторил этой ошибки.

В большой библиотеке, собранной Ньютоном, имеются также книги по герметизму и по натуральной философии Парацельса с его представлениями о взаимосвязи макро- и микрокосма, и мира людей, о том, что астрономию и астрологию следует рассматривать как разделы практической медицины. В своей системе мира Ньютон сумел преодолеть и эти старинные суеверия, построив новую концепцию, целиком опирающуюся на научную методологию.

Согласно методу, введенному в науку Ньютоном, построение математической теории, которая описывает реальное устройство мира, состоит из трех фаз. На пер-

вой реальная физическая ситуация предельно упрощается, строится сравнительно простая физическая модель: вводится сила тяготения, но не обсуждается ее физическое содержание, предполагается, что Луна движется вокруг Земли по кругу, не учитывается взаимодействие планет. На второй фазе выполняется сравнение результатов вычислений по этим моделям с наблюдениями. И наконец, на третьей фазе результаты этого сравнения используются для того, чтобы внести необходимые исправления и усовершенствования в первоначальные физические модели. В качестве орбиты Луны, например, выбирается эллипс, предпринимается попытки разобраться в физической природе тяготения, и так далее. Разработанный Ньютоном научный метод прошел многократную экспериментальную проверку и прочно вошел в исследовательский арсенал современного естествознания.

Недостатки и противоречия ньютоновской системы мира во многом отражают сложные внутренние противоречия, присущие самому космосу. Последующим поколениям ученых пришлось много потрудиться, чтобы вскрыть глубинное содержание этих противоречий и внести в физическую теорию соответствующие изменения. Что касается системы мира, построенной Ньютоном, то она оказалась той отправной точкой, от которой началось поступательное движение современной науки.

НОВЫЕ КНИГИ

И это все о нем

В Чувашском книжном издательстве вышла книга «Андрей Николаев». Она открыла новую серию — «Первопроходцы космоса». Издание было приурочено к 60-летию летчика-космонавта СССР дважды Героя Советского Союза Андрияна Григорьевича Николаева, отмечавшемуся в прошлом году.

О детстве космонавта рассказывают его мать, первая учительница... О подготовке к полету, космических буднях — его товарищи — космонавты Ю. Гагарин, Г. Титов, П. Попович, В. Быковский, В. Терешкова, К. Феоктистов, Г. Береговой, А. Филипченко, В. Волков, В. Кубасов, В. Севастьянов и те, кто всегда рядом



с космонавтами — специалисты, готовящие их к стартам.

Наряду с воспоминаниями, в книге широко используются документальные материалы: стенограммы радиосеансов с космонавтами и пресс-конференций, отклики мировой прессы на полет советского космонавта, высказывания видных зарубежных и общественных деятелей, большое количество фотографий. Их дополняют произведения мастеров слова — стихи, фрагменты документальной прозы.

Составители книги — космонавт П. Попович, поэт А. Парпара и журналист В. Иванова стремились к тому, чтобы у читателей сложилось наиболее полное представление как о личности космонавта Николаева, так и о его жизненном пути, его прошлой и нынешней деятельности, неотделимой от истории и достижений советской космонавтики.

Улица Бесселя в Калининграде

6 июля 1889 года в Калининграде была торжественно открыта мемориальная доска, посвященная Фридриху Вильгельму Бесселю (1784—1846). Этому предшествовало решение горисполкома о возвращении улице, которая до войны называлась улицей Бесселя, имени ученого.

С бывшим Кенигсбергом связан самый плодотворный период в жизни Бесселя. Здесь он построил обсерваторию и выполнил свои наиболее значительные исследования, здесь он много лет читал лекции в университете, здесь к нему пришла мировая слава, здесь погребен его прах¹.

11 мая 1810 года 26-летний астроном приехал в Кенигсберг, куда был приглашен для организации и строительства новой обсерватории. К этому времени план будущей Кенигсбергской обсерватории был уже подготовлен в Берлине, но Бессель выговорил себе право сооружать ее в соответствии с собственными представлениями.

После тщательного осмотра окраин Кенигсберга он выбрал для обсерватории место в самой высокой, западной, части старого городского вала, вблизи университетских построек. В 1811 году здесь началось строительство обсерватории. Постоянно возникавшие материальные затруднения и другие



Ф. В. Бессель в год приезда в Кенигсберг (1810 год)

препятствия тормозили дело, и лишь благодаря непреклонной воле и энергии Бесселя, оно было доведено до конца. 10 ноября 1813 года молодой директор въехал в свою квартиру в новом здании обсерватории, а 12 ноября он выполнил здесь свое первое наблюдение.

Кенигсбергская обсерватория была скромной по размерам и оснащению. Она располагалась на высоте около 21 м над средним уровнем протекавшей поблизости реки Преголи. В западном крыле здания обсерватории размещались меридианные инструменты, в восточном — аудитория, рабочие помещения, жилье. Южное и северное крылья за-

нимали павильоны для наблюдений и библиотека. Все здесь было устроено просто и целесообразно. Как писал об обсерватории русский астроном А. Н. Савич (1811—1883), «...она есть одна из первых, которые были построены в соответствии с истинными требованиями науки. Прежние обсерватории всегда почти располагались на высоких башнях, посреди многолюдных городов, а от этого установка инструментов была ненадежна и переменчива; в Кенигсберге же инструменты утверждены на камнях, имеющих свои особенные прочные фундаменты, независимые от стен и глубоко входящие в землю; они совершенно защищены от непосредственного действия лучей солнца, и как обсерватория лежит на весьма твердом грунте земли в отдаленной части города, где почти нет езды, то и не происходит сотрясений, расстраивающих установку инструментов».

Высокоточные наблюдения звезд и других объектов на обсерватории нужны были для решения фундаментальных задач астрономии, важнейшая из которых — составление звездных каталогов. Вместе с тем, новая обсерватория призвана была служить также нуждам геодезии, картографии, навигации. В соответствии с назначением обсерватории формировалась ее инструментальная база. Первые инструменты были приобретены в Ремплине (Мекленбург), в обсерватории, принадлежав-

¹ К 200-летию со дня рождения Фридриха Бесселя в «Земле и Вселенной» (1984, № 4) была опубликована статья В. Г. Демина.

шей прежде графу Ф. фон Гаану (1742—1805). Важнейшие из них — 4-футовый пассажный инструмент Доллонда с ахроматическим объективом диаметром 2,7 дюйма, 3-футовый вертикальный круг Кери с отверстием 2 дюйма для измерения зенитных расстояний, маятниковые часы Репсоляда. Для наблюдений вне меридиана служил экваториал Доллонда.

В последующие годы оснащение обсерватории расширялось и совершенствовалось. В 1819 году здесь был установлен меридианный круг Рейхенбаха, на котором Бессель провел наблюдения более 75 тыс. звезд, находящихся в зоне от $+45^\circ$ до -15° по склонению. Эта программа составила основу «Каталога Вейссе», изданного под редакцией В. Я. Струве (1793—1864) Петербургской Академией наук в 1846 году.

В 1829 году в обсерватории установлен прекрасный инструмент с паралактической монтировкой — гелиометр Фраунгофера. Его 6-дюймовый объектив был чудом техники того времени. Для этого телескопа над северным крылом обсерватории построили деревянную башню с вращающимся куполом. С помощью нового инструмента Бессель проводил высокоточные измерения двойных звезд, наблюдал кольца и спутники Сатурна, спутники Юпитера, кометы.

Но Кенигсбергский гелиометр вошел в историю астрономии прежде всего как инструмент, на котором Бессель в 1837—1838 годах измерил годичный параллакс звезды 61 Лебедя. Достоверность этих результатов подтвердила вторая серия измерений 1839—1840 годов.

За открытие параллакса Бессель был награжден золотой медалью Лондонского Королевского астрономического общества.



Меридианный круг, построенный фирмой братьев Репсольд в Гамбург, стал последним инструментом, приобретенным Бесселем. Его смонтировали в обсерватории при участии самого А. Репсоляда в 1841 году. Это был наиболее совершенный в то время астрометрический инструмент, в конструкции которого учли некоторые пожелания Бесселя.

Благодаря трудам главного наблюдателя и директора скромная Кенигсбергская обсерватория стала ведущим центром позиционной астрономии в Европе. На обсерваторский холм в Кенигсберге поднимались А. Гумбольдт, И. Энке, Г. Шумахер.

Открытие мемориальной доски на улице Бесселя в Калининграде. У доски — К. К. Лавринович

Бесселя посещали российские астрономы П. Славинский, К. Х. Кнорре, А. Н. Драшусов. В Кенигсберге стажировался будущий директор Московской обсерватории Б. Я. Швейцер. Отношения доброй дружбы связывали Бесселя с Василием Яковлевичем Струве — основателем Пулковской обсерватории. Струве не раз был гостем Бесселя в Кенигсберге. В 1834 году Бессель стал первым иностранным астро-

номом, с которым Струве детально обсуждал проект Пулкова.

Умер Ф. В. Бессель в Кенигсберге 17 марта 1846 года. Его прах погребен вблизи обсерватории на кладбище Нойроссгартер. Через 10 лет после смерти ученого его именем были названы улица и небольшая площадь у подножия обсерваторского холма. В год 100-летия астронома перед обсерваторией был открыт памятник ее основателю, первому директору, идейному отцу научных программ и главному наблюдателю.

Последняя война не пощадила ни обсерватории, ни

памятника, ни могилы Бесселя. Улица Бесселя получила новое название. Не раз в послевоенные годы неравнодушные люди обращались к городским властям Калининграда с просьбой восстановить название улицы Бесселя и установить какой-то памятный объект на месте бывшей обсерватории. В конце 1974 года на месте, где находился памятник Бесселю, была установлена памятная плита. В 1989 году улице возвратили наконец ее прежнее название, а на доме № 2 по ул. Бесселя открыта мемориальная доска со следующим текстом: «Улица названа в честь выдающегося немец-

кого астронома, геодезиста и математика, реформатора практической астрономии, члена Петербургской Академии Наук Фридриха Вильгельма Бесселя (1784—1846)».

В будущем на обсерваторском холме предполагается установить стелу в память о знаменитой в XIX веке обсерватории.

К. К. ЛАВРИНОВИЧ
кандидат
физико-математических
наук,
председатель
Калининградского
отделения ВАГО

НОВЫЕ КНИГИ
ИЗДАТЕЛЬСТВА
«НАУКА»

Восстанавливая историю озер

Изучение истории озер по донным отложениям и осадочным толщам позволяет проникнуть в прошлое не только этих внутренних водоемов, но и окружающих их огромных регионов. Истории одного из таких регионов — обширной территории Азиатского материка — посвящена научно-популярная книга Г. Г. Мартинсона «В поисках древних озер Азии» (Л.: 1989 год).

Познакомив читателя с предметом лимнологии — раздела географической науки, изучающего формирование и развитие озерных бассейнов, автор рассказывает о своих работах в экспедициях. Он показывает прошлое



Байкала, описывает мелководные водоемы Забайкалья и озерную систему Витимского плоскогорья, характеризует древние внутрен-

ние водоемы Китая и Средней Азии, говорит об истории и современных проблемах Арала и Приаралья. Все это дает возможность понять, как неоднократно преобразовывались природные условия азиатских территорий. Например, от бывших обширных озерных систем Забайкалья, Монголии, Китая, Казахстана и Средней Азии сейчас почти ничего не осталось, большинство же озерных впадин превратились в речные долины, по которым текут многоводные реки. А некоторые крупные внутренние бассейны совсем исчезли, и на их месте простираются огромные засушливые пространства — Гоби, Кызылкумы, Приаралье.

Хотя книга посвящена в основном водным бассейнам прошлых эпох, автор привлекает внимание читателя к современному состоянию азиатских озер, к прогнозам их будущего развития.

Гипотезы, дискуссии, предложения

Публикация в нашем журнале статей, посвященных влиянию гелиофизических и других космических или планетарных факторов на здоровье человека (№ 5, 1988 год) вызвала отклики читателей. В порядке дискуссии мы напечатали статью Б. М. Владимирского и Н. А. Темурьянц (№ 5, 1989 год). Но дискуссия на этом не закончилась. Ниже публикуются статьи, в которых она продолжается.

К сожалению, увлекшись тонкостями обсуждаемых вопросов, выступающие в дискуссии оставили в тени главный вопрос самой дискуссии: насколько правомерно распространение в печати и по телевидению информации о геофизически неблагоприятных днях...

Солнечная активность и биосфера

М. Н. ГНЕВЫШЕВ

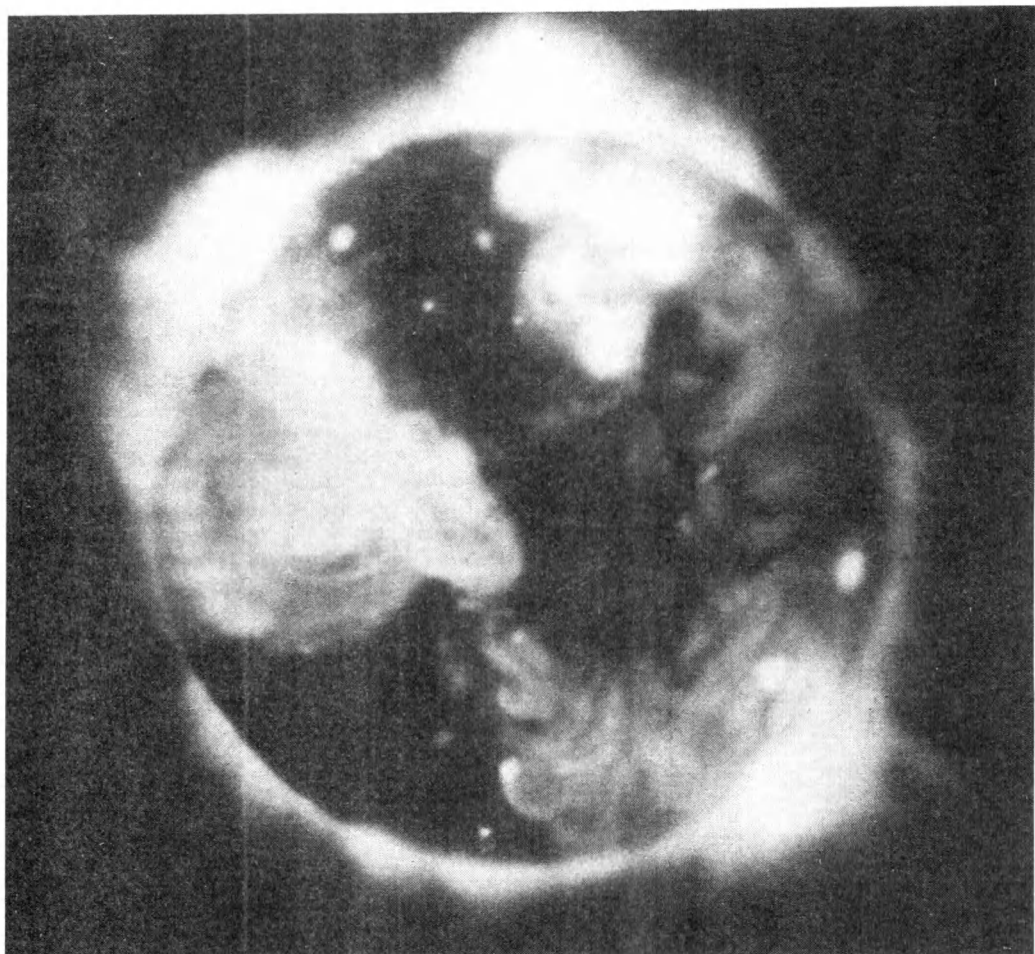
доктор физико-математических наук,
председатель рабочей группы по гелиобиологическим
исследованиям при Астрономическом совете АН СССР

В журнале «Земля и Вселенная» (№ 5, 1988) были опубликованы статьи: «Солнечная активность и здоровье человека» Ф. И. Комарова, С. И. Рапопорта и Т. К. Бреус и «Возможен ли прогноз магнитных бурь?» В. А. Шапиро. Поводом для статей послужили широко разрекламированные и распространяемые средствами массовой информации прогнозы опасных космических и метеорологических ситуаций, составляемые в Институте экспериментальной и клинической медицины СО АМН СССР (Новосибирск). Составители прогнозов утверждают, что делают их на основании данных об активных явлениях на Солн-

це, проявляющихся на Земле в геомагнитных возмущениях — бурях. Однако оправдываемость прогнозов чрезвычайно низкая, а методика их составления не проходила соответствующей экспертизы. Поэтому распространение таких прогнозов среди населения преждевременно и недопустимо, так как вводит людей в заблуждение.

Совершенно правильно указывая на это, авторы статей, однако, сами делают ошибки: они говорят, что солнечная активность не может оказывать никакого влияния на здоровье человека и ставится под сомнение принципиальная возможность прогнозов геомагнит-

ных возмущений. В качестве доказательства отсутствия связи между биологическими явлениями на Земле и солнечной активностью Ф. И. Комаров, С. И. Рапопорт и Т. К. Бреус приводят графики, на которых сравниваются ежедневные данные о числе вызовов скорой помощи в Москве, частоте автомобильных катастроф, гипертонических кризов и других медицинских показателей с числом пятен на Солнце, числом магнитных бурь и другими космическими характеристиками. При этом говорится, что никакой связи между космическими и медицинскими показателями на этих графиках не видно.



На графиках, действительно, никакой связи не видно, но не потому, что ее нет, а потому, что авторы применяют совершенно неадекватную методику сравнения. Состояние человеческого организма зависит не только от космических, но и от многих других факторов, часто действующих даже сильнее первых. Поэтому прежде всего необходимо исключить их влияние. Для этого, как известно, применяется эффективный и объективный метод **наложенных эпох** (МНЭ), предложенный в 1913 году английским магнитологом Ч. Кри. Он позволяет во всех случаях выявить наличие (или отсутствие) влияния какого-то фактора, действующего на

Фотография Солнца в рентгеновских лучах, полученная 31 января 1978 года. Снимок сделан с ракеты группой солнечной физики Научно-инженерного объединения США (Кембридж, Массачусетс)

фоне многих других. Разработаны и соответствующие методы математической оценки достоверности результатов, полученных с помощью МНЭ (например, метод американского ученого М. Фридмана или метод частот английского ученого У. Кокрэна).

По гелиобиологии (воздействие космических условий на здоровье человека) су-

ществует обширнейшая литература. Однако многие работы выполнены на недостаточно высоком научном уровне. Критическому обзору статей и их систематизации способствует издание специальных сборников. В 1971 году в издательстве «Наука» вышел первый такой сборник «Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли» (позднее он был переведен и издан в США). В 1982 году вышел второй сборник «Влияние солнечной активности на биосферу». В обоих сборниках обсуждаются не только многочисленные факты, но и теоретические исследования возможного механизма воздействия солнечной активно-

сти на здоровье человека. В качестве примера корректного сопоставления солнечных и биологических данных приведены результаты статистической обработки двух таблиц в статье К. Ф. Новиковой и Б. А. Рывкина, помещенной в сборнике 1971 года. В первой таблице указан процент дней со случаями заболевания и летальным исходом от инфаркта миокарда (Свердловск, 1961—1966 годы), причем дней как магнитно-активных, так и магнитно-спокойных. Оказалось, что процент заболеваемости и летальности в магнитно-активные дни был выше, чем в спокойные. Во второй таблице показан результат применения МНЭ к данным о смертности от инфаркта миокарда в Свердловске в 1960—1965 годах. И смертность также была большей в дни повышенной магнитной активности.

Применение к этому результату непараметрического критерия Фридмана показало, что вероятность случайности получения результата чрезвычайно мала, она лежит между 0,5 и 0,1 %. Интересно, что эти подсчеты были сделаны через много лет после опубликования статьи К. Ф. Новиковой и Б. А. Рывкина. Возможно также применение метода кросс-корреляции путем вычисления корреляции между двумя рядами данных при сдвигах их по времени относительно друг друга. Простое же вычисление коэффициента корреляции, как это сделали Ф. И. Комаров, С. И. Рапопорт и Т. К. Бреус, смысла не имеет.

Результаты описанных мной статистических исследований полностью подтверждаются многочисленными экспериментами, в которых подопытных животных помещали в условия искусственных магнитных бурь,

например, в поле соленоида, где создаваемые частоты и напряженность магнитного поля были аналогичны частоте и напряженности во время естественных магнитных бурь. При этом выяснилось, что действие особенно сильно, когда частота близка к биологическим ритмам. Экспериментаторы убедились и на себе в эффективности этих действий и поняли, что необходимо применять технику безопасности.

В. А. Шапиро (Земля и Вселенная, 1988, № 5) пишет, что современный человек постоянно находится под действием различных магнитных полей, иногда даже значительно превышающих поля естественных магнитных бурь и потому последние не нужно принимать во внимание. Но правильная постановка проблемы заключается не в оценке, что больше, а что меньше, а в определении величины воздействия, которое при различных обстоятельствах и разных состояниях организма в совокупности с другими факторами может быть существенным или несущественным. Необходимо также учитывать закон Вебера — Фехнера, связывающий величину реакции организма с величиной сигнала, вызывающего ее. Как известно, при больших сигналах происходит защитное выключение реакции организма. Реакция максимальна, когда величина сигнала находится в определенных пределах. Этот вопрос для случая магнитных возмущений рассмотрен в статье Н. И. Музалевской «О биологической активности возмущенного геомагнитного поля» в сборнике «Влияние солнечной активности на атмосферу и биосферу Земли».

Многочисленные исследования показали, что в процессе эволюции организмы научились приспосабливать-

ся к изменениям внешних воздействий. Например, отмечено повышение свертываемости крови у людей во время магнитных бурь. Однако у здорового человека происходят компенсаторные изменения, восстанавливающие гомеостаз, у людей же больных, травмированных, пожилых это восстановление идет с большими трудностями и значительно дольше. Исследования показывают, что когда существенно изменяются внешние условия (например, при переездах в другую климатическую зону), необходимо какое-то время для адаптации к новым условиям. Многочисленные и систематические наблюдения за здоровьем людей на курортах показали: действие магнитных бурь в этот адаптационный период особенно велико.

Проблемы воздействия космических факторов на человека неоднократно обсуждались в АН СССР и в Минздраве СССР, причем всегда отмечалось важное значение этой проблемы.

Основным источником корпускулярной радиации Солнца, вызывающей магнитные бури, сейчас принято считать **корональные дыры**. Для изучения корональных дыр необходимы снимки Солнца в рентгеновских лучах. Чтобы их получить, запускаются, в частности, специальные геостационарные спутники, передающие на Землю **трансформированное из рентгеновской в видимую область изображение Солнца**. Для получения оперативной информации о других явлениях на Солнце, полезных для предсказания магнитных бурь, были организованы специальные обсерватории. Сейчас в Центре прогнозов в Боулдере (Колорадо, США) дежурный прогнозист круглые сутки видит на дисплеях изображения Солн-

ца в реальном времени и в различных лучах, включая рентгеновские.

Для долгосрочных прогнозов (на месяц вперед) используется рекуррентность (повторяемость) магнитных бурь через оборот Солн-

ца, особенно устойчивая в годы спада 11-летнего цикла активности. Долгосрочные прогнозы в это время об- ладают большой оправды- ваемостью. Сверхдолгосро- чные прогнозы (на годы), основанные на свойствах 11-

летних циклов, тоже доволь- но успешно развиваются. Таким образом, дело с прогнозом геомагнитных возмущений не так уж без- надежно, хотя, конечно, не- обходима дальнейшая рабо- та в этой области.

Новая концепция в гелиобиологии

Ф. И. КОМАРОВ

академик АМН СССР

С. И. РАПОПОРТ

доктор медицинских наук

Т. К. БРЕУС

кандидат физико-математических наук

Мы, авторы статьи «Сол- нечная активность и здо- ровье человека» хотели бы ответить на критические за- мечания, содержащиеся в статье доктора физико-мате- матических наук М. Н. Гне- вышева. К нашему сожа- лению, М. Н. Гневашев не только не понял, что конкретно сделали авторы с медицинскими и гелиогео- физическими материалами, но и для чего они этим занимались и какова сущ- ность их позиции.

По мнению М. Н. Гне- вышева, авторы говорят, что солнечная активность не мо- жет влиять на здоровье человека, и ставят под сом- нение возможность прогно- зов геомагнитных возмуще- ний. Это некорректное ут- верждение. Мы не только не отрицаем влияние сол- нечной активности на здо- ровье человека, но и на про- тяжении всей статьи обсуж- даем новую (и не нами выдвинутую) концепцию о влиянии электромагнитных полей на человеческий ор- ганизм и возможные методы

исследования этой пробле- мы. Воздействие волнового (коротковолнового, ультра- фиолетового, рентгеновско- го) излучения Солнца на че- ловеческий организм, пря- мое или опосредованное, хорошо известно, и соот- ветствующие данные исполь- зуются для лечения и про- филактики. Но гелиобиоло- гов привлекает другое. Кор- пулярный агент, называе- мый «космофизическим фак- тором», как правило, ха- рактеризуемый различными индексами геомагнитной ак- тивности, магнитные бури — вот предмет их интересов. Влияние электромагнитных полей на здоровье чело- века — наиболее плохо изу- ченное и потому уязвимое место в гелиобиологических исследованиях.

Американский геофизик О'Брайн еще на заре ге- офизических исследований из космоса демонстрировал на одном из международ- ных конгрессов два графи- ка — кривые чисел Вольфа и урожайности винограда, из которого изготавливаются

бургундские вина. И надо сказать, корреляция двух этих кривых была довольно высокой. Разумеется, кривые демонстрировались не- всерьез, это была шутка ученого, озабоченного тем, что в геофизику буквально потоком хлынули бессмыс- ленные сопоставления. Впро- чем, шутку можно продол- жить: вина, как известно, не безвредны для организма, а отсюда вывод, что сол- нечная активность влияет на здоровье!

Если же говорить серьез- но, то при визуальном срав- нении двух кривых или рас- четах коэффициентов корреляции (с помощью метода наложения эпох) в иссле- дуемых рядах данных можно выявить наиболее мощные визуально различимые рит- мы. Но этого еще недоста- точно, чтобы говорить о причинно-следственной свя- зи сопоставляемых явлений, разве что, как и в случае с бургундскими винами, эта связь домысливается. Ведь и в нашей стране и за рубе- жом проведено множество

работ, посвящавшихся поиску корреляции тех же самых индексов солнечной активности (которым пользуемся мы в нашей стране) с теми же медико-биологическими показателями, однако корреляция не обнаруживалась.

Одна из важных работ была опубликована в журнале *Nature* в 1976 году (B. J. Lip, P. A. Sturrock, E. Rogot, *Nature*, **259**, 554, p. 302, 1976). Сотрудники Института плазменных исследований Стэнфордского университета (Калифорния) и Национального центра здоровья США (Мэриленд) проанализировали ежесуточные данные о числе смертей больных ишемической болезнью сердца и от сердечных приступов в 1962—1966 годах в целом по стране и в крупных городах Сан-Франциско, Вашингтон, Феникс-Гонолулу. Эти данные сравнивали с такими характеристиками, как A_p — индексы, K — индексы, индекс микропульсаций геомагнитного поля с частотой 1 Гц. Авторы работы признаются, что их задачей была проверка концепции М. Н. Гневышева и К. Ф. Новиковой, считающих эти индексы наиболее выразительными для выявления воздействия солнечной активности на сердечно-сосудистую систему, и потому они пользовались методами, предложенными советскими специалистами — корреляционным анализом и методом наложения эпох со сдвигом ± 20 дней. И что же? Ни один из методов не дал положительного результата. Коэффициенты корреляции оказались в пределах 0,067. Американские специалисты даже сделали вывод, что, по-видимому, имеет место странное географическое распределение гелиофизических факторов воздействия на человеческий организм: они оказывают

влияние только на территории СССР. Эта шутка нам кажется уже не столь безобидной, как шутка О'Брайна.

Отрицательные результаты поиска корреляции, полученные теми же самыми методами с использованием тех же самых индексов получали исследователи и в нашей стране (см. работы: Б. Н. Беневоленский и А. Д. Воскресенский, «Вестник АН СССР», 1980, № 10, с. 54; Ф. И. Комаров и другие, «Тер. Архив», 1985, № 3, С. 149; Ф. И. Комаров и другие, «Советская медицина», 1985, № 2, с. 8).

Вот и все, что можно сказать о методе наложения эпох с применением к рассматриваемым проблемам.

В своей статье мы пытались рассказать о новой концепции, выросшей на почве, щедро удобренной усилиями первопроходцев-энтузиастов. Концепция эта не противоречит и концепции В. А. Шапира, который весьма убедительно показал, что сейчас электромагнитные поля искусственного происхождения, особенно в промышленных районах, сопоставимы (а нередко и превосходят!) естественные электромагнитные поля, создаваемые во время магнитных бурь и прочих геомагнитных возмущений. Поэтому нельзя ожидать, что они прямым образом воздействуют на человека. Да и медицинская статистика ничего не говорит о повышении смертности от инфарктов в промышленных городах по сравнению с сельской местностью. В последнее время это поняли многие гелиобиологи, и была предложена новая концепция.

Новая концепция сводится к тому, что внешние ритмические вариации факторов среды обитания могут вызывать синхронизацию био-

ритмов организма. И если его адаптационные механизмы «не успевают» отслеживать изменение этих ритмов-синхродатчиков, то наступает десинхроноз, который может привести к «поломке» в организме — дурному самочувствию, болезни или даже смерти. Казалось бы, все просто. Но... на каком уровне организма возникает это воздействие — уровне клетки, отдельных органов или всего организма? Позволяют ли компенсационные и адаптационные системы организма проявиться микропроцессам на уровне макросистем — организма в целом, какова реакция всей популяции и от каких условий она зависит? С чего начать поиск и какова его стратегия и тактика? А главное, как выделять изменяющиеся априори неизвестные «живые» ритмы и сравнивать их с изменениями в ритмах «неживой» среды? Наша статья как раз и была посвящена всем этим проблемам.

Мы считаем, что для их решения необходим комплексный математический подход, полностью адекватный такой сложной задаче. Процедура часть математических методов выделения и оценки ритмов сама по себе не новость (известные модифицированные к задаче методы амплитудно-фазового анализа). Однако в такой постановке в биоритмологии и геофизике они не использовались, поскольку не ставилась задача детального содержательного сравнения этих ритмических явлений в их динамике. Комплексный математический подход, между прочим, включает в себя в качестве первого рекогносцировочного этапа столь распространенные методы элементарного математического анализа, как корреляционный анализ, метод наложения эпох, которым собственно и ограничивалась большая часть гелиобиологов.

С новой концепцией в гелиобиологии, а также с методами математической статистики, применимыми для этой проблемы, интересующиеся читатели могут познакомиться в работе Ф. И. Комарова, Т. К. Брус, С. И. Рапопорта, М. М. Мусина, И. В. Наборова «Гелио-

геофизические факторы и их воздействие на циклические процессы в биосфере» (в сб. «Итоги науки и техники», М.: ВИНТИ; серия «Медицинская география», 18, 1989).

Что касается ситуации с прогнозом магнитных бурь, то в статье В. А. Ша-

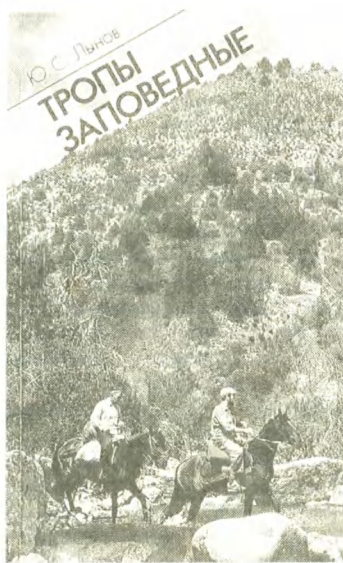
пиро приведены самые авторитетные отечественные источники и работы зарубежных специалистов, которые выражают противоположный оптимизму М. Н. Гневышева научный подход к этому сложному и пока безудачному делу.

НОВЫЕ КНИГИ

«Тропы заповедные»

Эта книга — о природных заповедниках Западного Тянь-Шаня (Л.: Гидрометеиздат, 1989). Автор ее, Ю. С. Лынов, много лет проработавший в Сары-Челекском и Чаткальском заповедниках, рассказывает читателю об этих красивейших уголках горного района Средней Азии. Работники заповедников, изучая или охраняя природу, как никто другой зависят от погодных условий, от сезонов года. Поэтому и книга построена в порядке, основанном на сезонном изменении природы, — она состоит из четырех глав.

Описывая растительный и животный мир склонов Западного Тянь-Шаня, давая представление о климате этих мест и высотной поясности, столь ярко здесь выраженной, автор знакомит



читателя и с повседневными хлопотами обитателей заповедника, с проблемами, которые особенно

остро встали в последнее время. Одна из главных — сохранение леса, который в засушливом климате горного района просто бесценен, имеет и водоохранное и почвозащитное, и бальнеологическое, и, наконец, противораковое значение.

Как подчеркивает автор в заключение, в Сары-Челекском и Чаткальском заповедниках ведется важная полезнейшая работа на этих территориях успешно восстанавливаются растения и некоторые виды крупных животных, утраченные в последние годы при интенсивной хозяйственной деятельности. Год от года возрастает роль заповедников в природоохранном просвещении местного населения и приезжих экскурсантов, а недавно они переведены в разряд биосферных заповедников нашей страны.

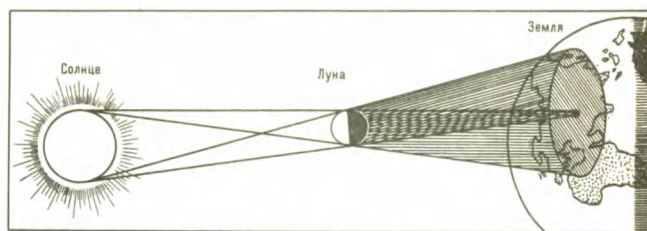
Книга снабжена списком растений (в том числе лекарственных) произрастающих в Западном Тянь-Шане. В ней много прекрасных цветных фотографий, мастерски выполненных А. Г. Николаевским, Е. И. Соиным, Б. К. Машковым.

Полное солнечное затмение 22 июля 1990 года

Э. В. КОНОНОВИЧ

кандидат физико-математических наук

Как известно, солнечные затмения происходят в новолуния, но не в каждое, а только в том случае, если Луна не слишком удалена от одной из двух точек пересечения ее орбиты с эклиптической. Конус тени Луны, освещаемой Солнцем, падает на Землю, и наблюдатель, находящийся внутри тени, видит Солнце полностью закрытым диском Луны. Это **полное затмение**. Внутренние касательные к обоим светилам ограничивают конус полутени, в пределах которого можно увидеть только часть Солнца, закрытого Луной. Это **частное затмение**. В начале частного затмения наблюдатель замечает касание диском Луны западного края диска Солнца. Этот момент называют **первым контактом**. Затем, если наблюдатель находится в полосе полной фазы, расстояние между видимыми центрами Солнца и Луны уменьшается настолько, что наступает момент, когда восточный край Луны изнутри коснется диска Солнца и оно затмится целиком. Это **второй контакт**. Наступает полная фаза затмения. Через некоторое время диски Луны и Солнца соприкоснутся на западе (**третий контакт**). Полная фаза на этом завершается,



и снова начинаются частные фазы, диск Солнца открывается с запада на восток вплоть до последнего, четвертого контакта на востоке, означающего конец частных фаз и всего затмения (Земля и Вселенная, 1981, № 2, с. 59.—Ред.).

В воскресенье, 22 июля 1990 года пройдет полное солнечное затмение. Это последнее полное солнечное затмение в XX столетии, целиком пересекающее Европейскую и Азиатскую части СССР. Затмение 9 марта 1997 года будет наблюдаться только в азиатской части (районы Сибири около Иркутска и Хабаровска), а 11 августа 1999 года произойдет солнечное затмение, полоса полной фазы которого захватит лишь районы Крыма и Закавказья.

Вершина конуса лунной тени коснется Финского залива на восходе Солнца примерно в 1 ч 53 мин по всемирному времени (UT).

Расположение Солнца, Земли и Луны во время полного солнечного затмения. Плотной штриховкой показана лунная тень, редкой — лунная полутень

(В Москве, как и в Ленинграде, в эти утренние часы и при благоприятной погоде можно будет наблюдать лишь частные фазы. Затмение начнется в 5 ч 53 мин летнего времени).

Примерно через 30 с ось конуса лунной тени, пройдя в 15 км к северу от столицы Финляндии Хельсинки, пересечет государственную границу СССР в районе Лендеры. Далее она пройдет по Белому морю, затронет южную часть Кольского полуострова, Соловецкие острова, Баренцево море, южную часть Новой Земли, полуостров Таймыр, Море Лаптевых, Нижнеколымский район Якутской

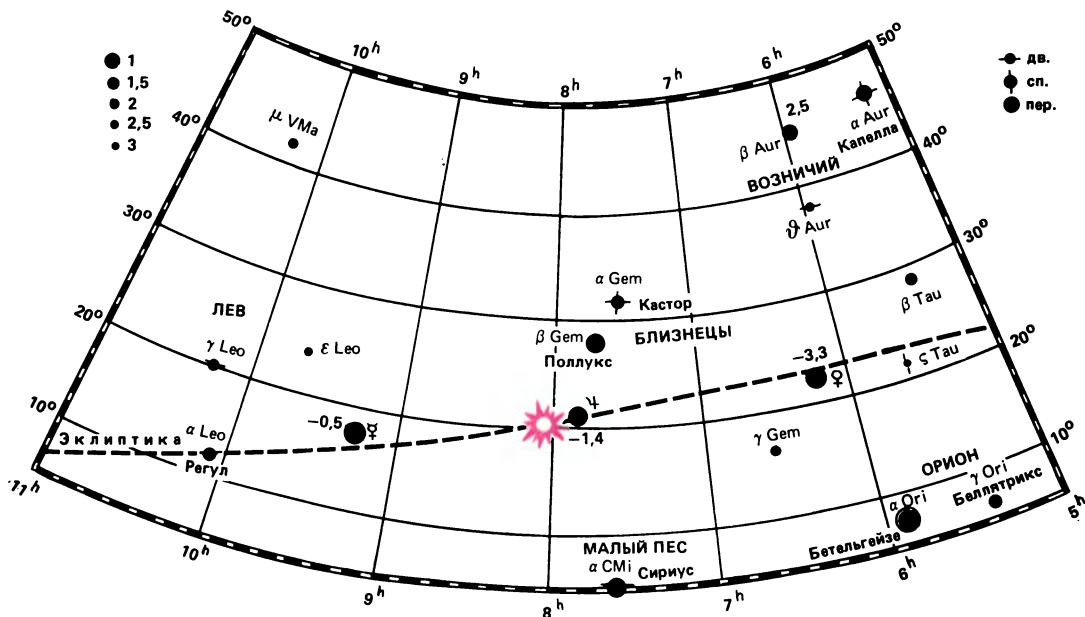
НАСЕЛЕННЫЕ ПУНКТЫ В ПОЛОСЕ ПОЛНОЙ ФАЗЫ ЗАТМЕНИЯ

Населенный пункт	Продолжительность полного затмения, с	Высота Солнца, °	Всемирное время					
			I контакт		Макс. фаза		IV контакт	
Таллинн	43	1	—		1 ч 52 м 28 с	2 ч 44 м 18 с		
Падапы	48	6	1 ч 01 м 27 с	1	53 16	2 47 06		
Сегежа	61	7	1 01 31	1	53 33	2 47 38		
Сумский Посад	64	7	1 01 32	1	53 49	2 48 10		
Надвоицы	80	7	1 01 45	1	53 50	2 47 57		
Кочкома	88	7	1 01 54	1	54 00	2 48 08		
Идель	89	7	1 01 56	1	54 05	2 48 14		
Вача	94	6	1 02 09	1	54 09	2 48 09		
Лендеры	94	5	1 02 35	1	54 09	2 47 41		
Опдозеро	95	6	1 02 14	1	54 10	2 48 05		
Сосновец	96	7	1 02 12	1	54 25	2 48 39		
Беломорск	96	7	1 53 41	1	54 30	2 48 46		
Кузома	80	9	1 03 12	1	56 04	2 50 56		
Поной	103	11	1 02 37	1	56 12	2 51 49		
Красино	106	17	1 04 19	2	00 16	2 58 15		
Белужья Губа	115	17	1 05 50	2	01 34	2 59 18		
Бируля	135	28	1 14 30	2	15 21	3 17 32		
Табор	138	39	1 36 33	2	42 48	3 48 12		
Логашкино	154	40	1 39 05	2	45 25	3 50 41		
Черский	153	40	1 45 27	2	52 20	3 57 32		
Нижнеколымск	155	40	1 45 22	2	52 23	3 57 42		
Анюйск	156	40	1 45 59	2	53 02	3 58 20		
Островное	128	39	1 48 08	2	55 00	3 59 58		
Ангарка	146	40	1 49 18	2	56 46	4 02 08		
Баймка	135	40	1 49 55	2	57 29	4 02 55		
Весенний	135	40	1 50 46	2	57 41	4 03 06		
Ламутское	151	40	1 54 12	3	01 35	4 06 30		
Чуванское	148	40	1 53 55	3	01 36	4 06 47		
Марково	152	40	1 56 27	3	03 56	4 08 45		
Ваеги	155	40	1 58 00	3	05 07	4 09 56		
Хатырка	140	40	2 03 48	3	11 14	4 15 27		

Примечание. Населенные пункты перечислены в порядке возрастания момента времени максимальной фазы. Продолжительность затмения тем меньше, чем ближе к краю полосы находится точка наблюдения.

ОБСТОЯТЕЛЬСТВА ЧАСТНОГО СОЛНЕЧНОГО ЗАТМЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИИ СССР

Города	Максим. доля диска Солнца, покрытого Луной	Всемирное время			Высота Солнца в максим. фазе
		I контакт	Макс. фаза	IV контакт	
Алма — Ата	0,16	0 ч 44 м 16 с	1 ч 24 м 32 с	2 ч 07 м 22 с	18°
Анадырь	0,96	2 01 52	3 07 56	4 11 10	37
Архангельск	0,97	0 59 53	1 52 54	2 48 06	9
Ашхабад	0,18	—	1 18 21	1 57 35	3
Владивосток	0,11	1 52 35	2 44 15	3 35 40	66
Воркута	0,90	0 58 33	1 55 23	2 54 44	19
Выборг	0,98	—	1 52 11	2 44 52	3
Диксон	0,98	1 08 08	2 07 43	3 09 11	25
Душанбе	0,11	0 43 38	1 17 58	1 54 10	10
Горький	0,78	—	1 41 38	2 35 22	5
Иркутск	0,28	1 00 30	1 56 09	2 55 04	41
Кандалакша	0,96	1 05 52	1 58 22	2 52 41	8
Казань	0,72	0 48 21	1 39 45	2 33 59	8
Китаб	0,14	0 42 21	1 18 29	1 56 41	9
Красноярск	0,43	0 52 21	1 49 18	2 49 52	33
Куйбышев	0,65	—	1 39 20	2 29 34	6
Ленинград	0,97	—	1 50 40	2 43 25	3
Магадан	0,74	1 43 51	2 54 52	4 03 45	50
Москва	0,82	—	1 43 11	2 35 53	2
Мурманск	0,94	1 07 40	2 00 35	2 55 12	10
Новосибирск	0,44	0 47 32	1 42 07	2 40 21	26
Петропавловск — Камчатский	0,67	2 01 10	3 12 59	4 20 52	52
Петрозаводск	0,97	0 59 38	1 51 14	2 44 58	5
Самарканд	0,15	0 42 02	1 19 02	1 58 12	9
Свердловск	0,65	0 46 44	1 39 45	2 35 58	14
Ташкент	0,17	0 41 51	1 20 52	2 02 17	12
Томск	0,48	0 49 03	1 44 56	2 44 27	28
Челябинск	0,60	0 45 12	1 37 30	2 33 00	13
Якутск	0,66	1 21 51	2 30 07	3 38 57	47



ны, расположение протуберанцев, фотографии бриллиантового кольца (вблизи II и III контактов), а также эффекты в земной атмосфере (заревое кольцо, яркость неба, видимость звезд и планет).

Постарайтесь обратить внимание на небесные объекты, которые будут видны в момент полной фазы. Если на европейской части наблюдения начать достаточно рано, до восхода Солнца, то можно заметить

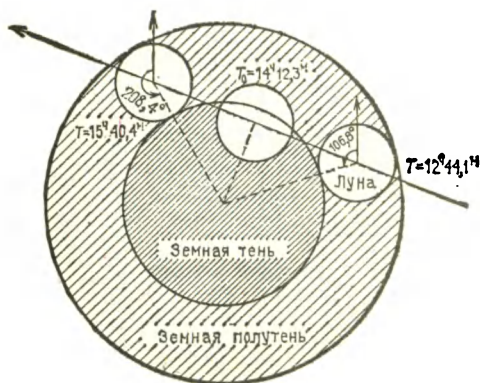
Вид звездного неба во время солнечного затмения 22 июля 1990 года (составил В. В. Чичмарь)

относительное расположение наиболее ярких звезд. На востоке перед затмением на высоте $\sim 45^\circ$ должны быть видны Капелла (α Возничего) и чуть восточнее и ниже Альдебаран (α Тельца). Во время затмения Солнца и Луна будут находиться в

созвездии Рака (вблизи границы с Близнецами). На расстоянии 7° к востоку от Солнца будет виден Юпитер ($-1,8^m$), а примерно на 10° выше Солнца — Кастор и Поллукс (α и β Близнецов). На востоке можно наблюдать Венеру ($-3,9^m$), на юго-востоке — Марс. В районах, где затмение будет наблюдаться вблизи меридиана, левее и ниже Солнца, на расстоянии около 20° можно заметить Меркурий.

СПРАВОЧНИК НАБЛЮДАТЕЛЯ

Затмения в мае — декабре 1990 года



22 июля 1990 года — полное солнечное затмение, видимое в СССР.

6 августа 1990 года — частное лунное затмение, видимое в восточных районах СССР (Сибирь, Дальний Восток); момент наибольшей фазы — $14^{\circ}12,3'$ (время всемирное).

Так будет проходить Луна через земную полутень и тень 6 августа 1990 года («Астрономический календарь ВАГО на 1990 год»)

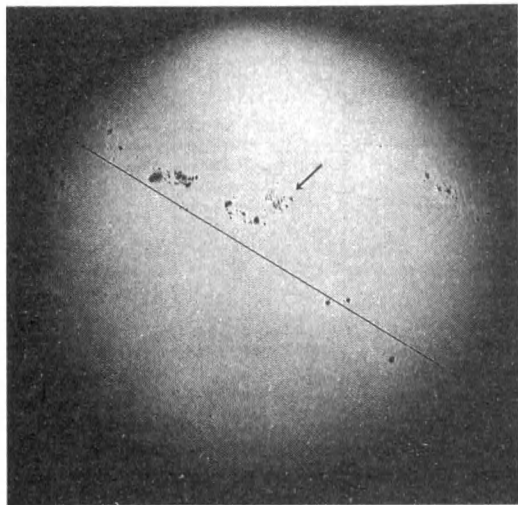
ПЛАНЕТЫ, ВИДИМЫЕ НЕВООРУЖЕННЫМ ГЛАЗОМ В МАЕ—ДЕКАБРЕ 1990 ГОДА

Месяц Планета	Меркурий	Венера	Марс	Юпитер	Сатурн
Май	—	видна только в южных широтах СССР	кратковременная утренняя видимость; созвездие Водолея; $+0,9^m$	вечерняя видимость; созвездие Близнецов; $-1,5^m$	виден во второй половине ночи; созвездие Стрельца; $+0,6^m$
Июнь	—	—	утренняя видимость; созвездие Рыб; $-0,7^m$	виден по вечерам в первую половину месяца; созвездие Близнецов; $-1,4^m$	виден ночью; созвездие Стрельца; $+0,5^m$
Июль	—	со второй половины месяца утренняя видимость; созвездие Близнецов; $-3,3^m$	утренняя видимость; созвездие Рыб; $+0,5^m$	—	виден ночью; созвездие Стрельца; $+0,3^m$
Август	—	утренняя видимость; созвездие Рака; $-3,3^m$	утренняя видимость; созвездие Овна; $+0,1^m$	виден по утрам; созвездие Рака; $-1,4^m$ 12.8 рано утром тесное сближение с Венерой	виден ночью созвездие Стрельца; $+0,5^m$
Сентябрь	со второй половины месяца утренняя видимость; созвездие Льва; $-0,7^m$	утренняя видимость; созвездие Льва; $-3,4^m$	виден почти всю ночь; созвездие Тельца; $-0,3^m$	виден со второй половины ночи; созвездие Рака; $-1,5^m$	виден ночью; созвездие Стрельца; $+0,6^m$
Октябрь	—	утренняя видимость в первой половине месяца; созвездие Девы; $-3,5^m$	виден ночью; созвездие Тельца; $-1,0^m$	виден почти всю ночь; созвездие Рака; $-1,0^m$	вечерняя видимость; созвездие Стрельца; $+0,7^m$
Ноябрь	в последней декаде вечерняя видимость; созвездие Скорпиона; $-0,4^m$	—	виден ночью; созвездие Тельца; $-1,7^m$	виден всю ночь; созвездие Рака; $-1,4^m$	вечерняя видимость; созвездие Стрельца; $+0,8^m$
Декабрь	6.12 — наибольшая восточная элонгация 21° (видимость вечерняя); 18.12 — пройдет в 1° севернее Венеры; $+1,1^m$	со второй половины месяца вечерняя видимость; созвездие Стрельца; $-3,4^m$	виден ночью; созвездие Тельца; $-1,3^m$	виден всю ночь; созвездие Рака; $-1,5^m$	вечерняя видимость; созвездие Стрельца; $+0,8^m$

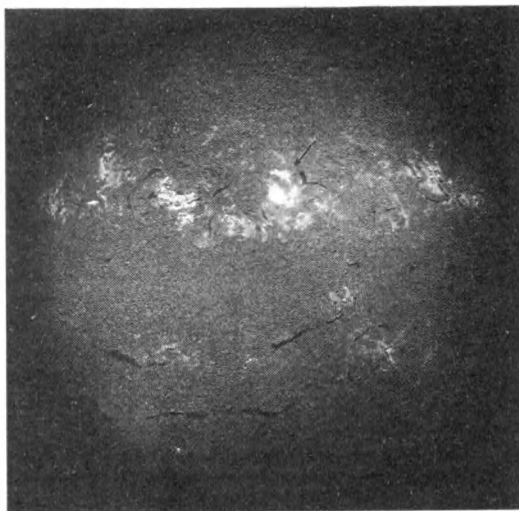
ФАЗЫ ЛУНЫ В МАЕ — ДЕКАБРЕ 1990 ГОДА

Месяц Фаза	Первая четверть	Полнолуние	Последняя четверть	Новолуние
Май	1 и 31	9	17	24
Июнь	29	8	16	22
Июль	29	8	15	22
Август	28	6	13	20
Сентябрь	27	5	11	19
Октябрь	26	4	11	18
Ноябрь	25	2	9	17
Декабрь	25	2 и 31	9	17

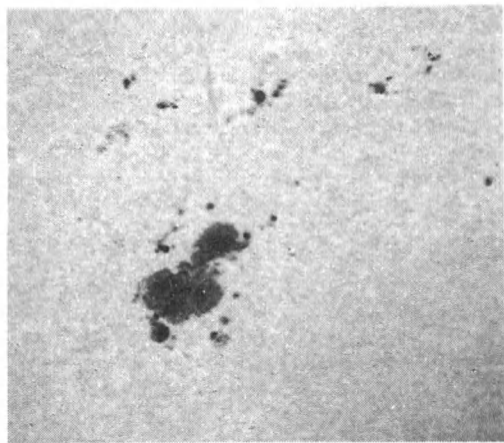
Солнце в октябре-ноябре 1989 года



Солнечный диск 8 ноября 1989 года. Большинство пятен расположено в северном полушарии. Концентрация групп пятен в южном полушарии уже зашла за западный лимб. Стрелкой отмечена вспышечно-активная группа пятен



Хромосфера 8 ноября 1989 года. В северном полушарии вблизи центрального меридиана развивается крупная вспышка (отмечена стрелкой)



Группа пятен, отличающаяся высокой вспышечно-активностью. Снимок 21 октября 1989 года (снимки получены А. В. Боровиком на Байкальской астрофизической обсерватории Сиб-ИЗМИРА)

Активность Солнца в этот период оставалась высокой. Ежедневно на диске находилось от 6 до 11 групп пятен; среднее число Вольфа составило ~ 180 , а в отдельные интервалы времени превышало 200, наиболее низкие значения W приближались к 100. Если судить об активности лишь по числу Вольфа, то октябрь-ноябрь выглядел более «скромно», чем предшествующий двухмесячный период: отсутствовали мощные, почти до 300 единиц, пики W , какие были в отдельные дни августа и сентября. Однако в целом ситуация была более сложной. Хотя число групп пятен несколько уменьшилось, но возросла их «мощность», то есть размеры и, соответственно, площади. Многие группы пятен к тому же имели довольно сложную конфигурацию. Повидимому, с изменениями характера групп пятен связано заметное усиление вспышечной деятельности. Очень крупная вспышка произошла 29 сентября. Ее породила группа пятен в южном полушарии, когда группа находилась уже за западным краем Солнца. Высокоэнергичные протоны от этой вспышки регистрировались наземными нейтронными мониторами не только в приполярных областях, но и на средних широтах. В последующих выходах на диск эта же область вновь стала источником протонных событий и связанных с ними различных геофизических возмущений. Даты повторных прохождений области через центральный меридиан приходятся на 20 октября и 17 ноября. Серия крупных вспышек произошла и в группах пятен в

северном полушарии. Учитывая все сказанное, можно говорить об усилении общей активности Солнца в октябре-ноябре.

Наиболее крупные пятна образовывали две концентрации, в северном и южном полушариях, на широтах 10—30°. По долготе они отстояли друг от друга более чем на 100°. Когда одна из концентраций заходила за край Солнца, другая выходила на диск. В результате число W не достигало тех особо высоких пиков, которые могли бы быть, если бы концентрации располагались примерно на одинаковых долготах.

Высокая пятенная активность породила и обилие хромосферных структур. Яркие флоккулы и темные волокна образовывали практически непрерывные пояса в каждом полушарии. Но особо примечательными событиями были, конечно, вспышки.

В. Г. Банин
кандидат физико-математических наук,
С. А. Язев

Информация

Наблюдайте новые Кометы!

ЭФЕМЕРИДЫ КОМЕТЫ ОСТИНА (1989e₁)

Дата О ^h UT	Прямое восхож- дение, α	Скло- нение, δ	Угло- вое рас- сто- яние от Солн- ца, Е	Блеск, m
Февраль 18	00 ^h 57,72 ^m	—26°17,1'	43,5°	6, 7 ^m
28	01 09,68	—19 00,2	31	
Март 10	01 22,67	—10 37,0	31,5	4, 8
20	01 35,69	—00 39,7		
30	01 45,51	+11 29,1	20,8	1, 7
Апрель 9	01 55,11	+26 38,1		

Март и апрель нынешнего года будут, вероятно, отмечены радостным событием для любителей астрономии всего земного шара: после 25-летнего перерыва на небе засияет яркая комета. Ее блеск к середине апреля достигнет 0^m, а в дальнейшем она будет и еще ярче. Эта комета, открытая как диффузный объект 11^m 6 декабря 1989 года новозеландским любителем астрономии Р. Остином (он известен как автор открытий еще двух комет 1982g и 1984i) и получившая его имя, быстро движется из южного полушария, становясь все ярче: 18 февраля ее блеск равнялся 6,7^m, а к началу марта достиг 5,5^m. Комета движется по созвездия Кита, 22 марта она перейдет в созвездие Рыб, а 29 — в созвездие Овна. К этому времени она уже будет очень яркой и видна невооруженным глазом в запад-

ной области неба не очень высоко над горизонтом (предполагаемая длина ее хвоста не менее 20°).

Второй кометой вполне доступной для любительских наблюдений будет новая комета Скоритченко-Джорджа (1989 e₁). Она наблюдается с начала этого года. Ее открыл советский любитель астрономии учитель из поселка Мезмай Краснодарского края Б. Н. Скоритченко. Он — член советской Ассоциации наблюдателей комет (АНК), учредительный съезд которой прошел в феврале этого года в Киеве.

Сейчас комета находится еще довольно далеко от Солнца, перемещается на фоне созвездий Лебедя и Андромеды. Ее блеск постепенно возрастает: от 9,1^m (3 февраля) до 8,7^m (30 марта). 18 марта комета пройдет через северную часть туманности Андромеды, а 2 апреля — рядом со

звездой γ Андромеды. Комету Скоритченко-Джорджа можно будет видеть вечерами на западе в небольшие телескопы, а при хороших условиях даже в бинокль. Возможно, ее блеск достигнет 7^m.

О том, как наблюдать кометы, подробно рассказано в книге К. И. Чурюмова «Кометы и их наблюдения» (М.: Наука, 1980); а также в журнале «Земля и Вселенная», 1985, № 4, с. 36.

Свои наблюдения любители астрономии могут прислать в один из следующих адресов:

1. 252053, Киев, Обсерваторный пер., д. 3, Астрономическая обсерватория КГУ, группа комет;
2. 603600, Горький, ГСП-37, ул. Ульянова, д. 1, ГГПИ, Обсерватория, АНК, Ефимову Д. Н.;
3. 129224, Москва, ул. Широкая, д. 25/24, кв. 356, Остапенко А. Ю.

О форме оформления результатов наблюдений комет можно прочесть во втором номере «Кометного обозрения», печатного органа, издаваемого Ассоциацией наблюдателей комет.

А. Ю. ОСТАПЕНКО

ЭФЕМЕРИДЫ КОМЕТЫ СКОРИТЧЕНКО—
ДЖОРДЖА (1989e₁)

Дата О ^h UT	Прямое восхож- дение, α	Скло- нение, δ	Угло- вое рас- сто- яние от Солн- ца, Е	Блеск, m
Февраль 18	22 ^h 36,8 ^m	+37°20,1'	53°	8, 9 ^m
28	23 25,50	+39 38,9		
Март 10	00 07,32	+41 16,6	47	8, 8
20	00 54,76	+42 11,3		
30	01 42,99	+42 14,5	42	8, 7
Апрель 10	02 47,39	+42 30,1		

Вычислительная техника в помощь любителям астрономии

Обработка результатов наблюдений метеоров на ПМК

Визуальные любительские наблюдения метеорных потоков по-прежнему представляют известный интерес для науки. Самому любителю астрономии они приносят радость непосредственного общения со звездным небом, тренируют наблюдательность, реакцию. Однако поэтапная обработка больших рядов наблюдений метеорных потоков — занятие весьма утомительное и не у всех хватает терпения довести необходимую работу до конца. Это обстоятельство побудило автора статьи разработать программы обработки наблюдений метеорных потоков для широко распространенных программируемых микрокалькуляторов «Электроника» типа МК-56, БЗ-34.

Будем исходить из того, что читатели знакомы с методом многократного счета метеоров. Напомним, что основной результат обработки — это получение числовых характеристик метеорного потока, таких, например, как показатель функции светимости — x , пространственной плотности метеорного роя — Q и других (Земля и Вселенная, 1988, № 4, с. 64. — Ред.).

Помимо журнала наблюдений и калькулятора указанного типа, необходимо иметь карту звездного неба (диаметром не менее 18 см)

с накладным кругом, измеритель и линейку.

В первой программе методом половинного деления решается уравнение вида:

$$PK \frac{Q}{Z} = 1 - (1 - P)^k = \eta$$

относительно P , где P — коэффициент внимания одного наблюдателя для метеоров данной звездной величины m , K — количество наблюдателей, Q — общее число всех метеоров данной звездной величины (включая спорадические), которые увидела вся группа в течение ночи, Z — суммарное количество регистраций Q метеоров всеми наблюдателями, η — коэффициент внимания для всей группы наблюдателей.

Вычисляется полное число всех увиденных метеоров данной звездной величины: $p = Q/\eta$, полное число только метеоров потока данной звездной величины: $p' = Q'/\eta$, где Q' — общее число метеоров данной звездной величины, принадлежащих потоку.

Суммируется общее количество метеоров потока всех наблюдавших звездных величин:

$$N = \sum p'$$

Далее вычисляется среднее для интервала наблюдаемых звездных величин значение показателя функции светимости — одной из

важнейших характеристик метеорного потока:

$$x = N_{(m+1)}/N_{(m)},$$

где $N_{(m)}$, $N_{(m+1)}$ — количество метеоров потока соответственно до m и $m+1$ звездной величины включительно. Вычисляется параметр, характеризующий распределение частиц по массе:

$$S = 1 + 2.5 \lg x$$

Приводим текст программы в символах, используемых в калькуляторе «Электроника БЗ-34».

Перед запуском программы на счет в ячейки памяти заносятся исходные данные: $K \rightarrow RG1$, $Z \rightarrow RG2$, $Q \rightarrow RG3$, $Q' \rightarrow RG4$, константы: $0,5 \rightarrow RG5$, $0,001 \rightarrow RG6$, $0 \rightarrow RG7$, $RG8$, $RG9$.

Поясним работу программы на примере.

В течение ночи группой из шести наблюдателей ($K=6$) отмечено $Q=50$ метеоров второй звездной величины. Из них $Q'=37$ метеоров относятся к исследуемому потоку. При этом первый наблюдатель из Q физически различных метеоров увидел 23 вспышки, второй — 22, третий — 29, четвертый — 25, пятый — 19 и шестой — 20. Таким образом, вся группа в целом увидела $Z=138$ вспышек.

После занесения программы в калькулятор переходим к вычислениям.

00	ИПЗ	15	ИП5	30	ИП1	45	БП	60	ИПД	75	ИП5	90	,
01	ИП2	16	—	31	ИПД	46	14	61	÷	76	÷	91	5
02	÷	17	ПС	32	F, x^y	47	ИП5	62	ПВ	77	ИПА	92	x
03	П9	18	$F, x \neq 0$	33	/—/	48	2	63	ИП7	78	+	93	1
04	ИП1	19	47	34	1	49	÷	64	П5	79	ПА	94	+
05	x	20	ИП1	35	+	50	П5	65	+	80	ИПЗ	95	с/п
06	$F, 1/x$	21	x	36	ПД	51	ИП6	66	П7	81	ИПД		
07	1	22	ИП9	37	ИПО	52	—	67	F, Bx	82	÷		
08	ПД	23	x	38	—	53	$F, x \geq 0$	68	$F, x \neq 0$	83	с/п		
09	ПВ	24	ПО	39	$F, x \neq 0$	54	59	69	80	84	ИПА		
10	ПС	25	ИПС	40	59	55	ИПВ	70	ИП8	85	ИП8		
11	—	26	/—/	41	$F, x < 0$	56	ПС	71	1	86	÷		
12	$F, x \neq 0$	27	1	42	47	57	БП	72	+	87	ПА		
13	59	28	+	43	ИПС	58	14	73	П8	88	$F, \lg$		
14	ИПС	29	ПД	44	ПВ	59	ИП4	74	ИП7	89	2		

дим в режим «автоматическая работа», нажимая клавиши F , АВТ и вводим исходные данные: 60 П1, 138П2, 50 ПЗ, 37П4, 0,5П5, 0,001П6, 0П7, ПВ, ПА.

Запускаем программу на счет с нулевого адреса клавишами В/О, С/П. После ее остановки (примерно через 3 минуты) на индикаторе появится значение n , равное 51,50. Величины $n' = 38,11$, $P = 0,445$, $\eta = 0,9708$ будут находиться соответственно в регистрах В, С, D.

Далее берем статистику наблюдений метеоров других звездных величин и производим аналогичные действия. Заносим новые исходные данные в регистры 2, 3 и 4 и, восстанавливаем прежнее содержание регистра 5. Каждый раз осуществляем запуск программы с нулевого адреса.

После подсчета подобным образом метеоров всех наблюдавшихся звездных ве-

личин, вновь нажимаем клавишу С/П и через несколько секунд на индикаторе появится значение параметра S . В регистре 7 будет находиться величина N , а в регистре А — величина x .

Интересно знать также **среднее истинное часовое число** метеоров за ночь наблюдений — N_p . Оно показывает количество метеоров в рассматриваемом интервале звездных величин, попадающих на данную площадь небесной сферы в течение одного часа при $\eta = 100\%$.

Отсюда нетрудно рассчитать **плотность метеорного роя** — Q , **среднее расстояние между его частицами** — t и **приток метеорной материи на Землю** — I , то есть количество частиц потока до данной звездной величины включительно, попадающих на площадь атмосферы в 1 м^2 за секунду.

Величины всех перечисленных характеристик мете-

орного потока вычисляются во второй программе.

Рассмотрим пример. Пусть группа наблюдателей регистрировала метеоры в интервале с 24 до 4 часов ночи. Чистое время наблюдений (с учетом перерывов на отдых) около 3,5 часа. Угловой диаметр поля зрения, ограниченный обручем над головой каждого наблюдателя, составляет 60° . Известно также, что геоцентрическая скорость наблюдаемого потока равна 50 км/с. Нам еще понадобится число всех наблюдавшихся метеоров потока — N , которое уже находится в регистре 7 по результатам вычислений предыдущей программы.

После ввода программы в калькулятор занесем в память исходные данные: 60П2; 3,5П3; 50П4; 0П0 (обнуление RG0).

Пусть для середины первого часа (или получаса)

00	1	14	÷	28	ИП2	42	F, π	56	Cx	70	C/p
01	ИП6	15	ИП3	29	2	43	$\times$	57	ВП		
02	+	16	÷	30	÷	44	2	58	6		
03	П6	17	ПА	31	$F, \cos$	45	$\times$	59	÷		
04	ИП1	18	ИП4	32	F, x^2	46	$F, \frac{1}{x}$	60	ПС		
05	$F, \cos$	19	0	33	ПО	47	ИПА	61	ИПВ		
06	$F, \frac{1}{x}$	20	,	34	F, Bx	48	$\times$	62	ИП4		
07	ИП7	21	3	35	/—/	49	3	63	÷		
08	$\times$	22	$\times$	36	1	50	6	64	ПВ		
09	ИП5	23	8	37	+	51	0	65	3		
10	+	24	2	38	ИПО	52	0	66	$F, \frac{1}{x}$		
11	П5	25	+	39	÷	53	÷	67	/—/		
12	C/p	26	F, x^2	40	ИПВ	54	ПВ	68	ИПВ		
13	ИП6	27	ПВ	41	$\times$	55	↑	69	F, x^y		

наблюдений зенитное расстояние радианта потока, измеренное по звездной карте, составило 20° . Заносим это число в RG1: 20П1. Теперь можно запустить программу на счет: В/О, С/П. (Переключатель «Р/Г» должен находиться в положении «Г».) После ее остановки меняем содержание регистра RG1 в соответствии с измерениями по карте, выполненными для середины следующего отрезка времени, и вновь запускаем программу на счет с нулевого адреса. Эти действия повторяем для всех последующих интервалов времени. После остановки программы нажимаем клавишу С/П. По

завершении счета на индикаторе загорится число r (км), а в регистрах А, В и С будут находиться соответственно числа N_n , q (частиц/км³), I (частиц/м²с).

Чтобы воспользоваться второй программой, необходимо знать зенитное расстояние радианта потока — Z на момент середины данного часа (получаса) наблюдений. Напомним, как его получить с точностью $2-3^\circ$, пользуясь картой звездного неба.

По экваториальным координатам (α , δ) радианта нанесем его положение на карту. Расположим накладной круг в соответствии с датой и часом наблюдений.

Тонким карандашом проведем на карте линию, соединяющую точки севера — С и юга — Ю. (Они отмечены на накладном круге.) Найдём середину отрезка СЮ (точку зенита — Z). Теперь измерим длину отрезка ЗЮ (или ZS) — L и расстояние от точки Z до положения радианта — l . Тогда легко получим зенитное расстояние в градусах:

$$Z = 90^\circ \frac{l}{L}.$$

А. А. ГОРИНОВ
МО ВАГО
(129075 Москва, ул. Аргуновская,
дом 12, кв. 89)



Аэрокосмическое образование

Снова в «Ястребке»

Становится уже традицией, что в августе в пионерском лагере Московского авиационного института на очную сессию Всесоюзной радиошколы «Юный космонавт» собираются победители конкурса «Вперед, на Марс!». Минувшим летом здесь побывали еще 15 ребят. Было послано 28 приглашений, но, к сожалению, не все приглашенные смогли ими воспользоваться: некоторые, закончив школу, сдавали приемные экзамены в институты.

Что же такое очная сессия? Это, прежде всего, общение, знакомства, встречи. Первой приехала в гости к ребятам дочь основателя ГИРД Фридриха Артуровича Цандера — Астра Фридриховна. Она рассказала о жизни, научных работах своего отца, чьи замыслы получают воплощение в реальных проектах, конструкциях только сегодня. Именно его призыв стал девизом нашего конкурса.

Об экономических проблемах космонавтики шла речь на встрече с Ю. К. Щербак-вым. Он рассказал также о международной летней школе, организованной МВТУ им. Баумана для советских и американских школьников. Много нового о истории советской космонавтики, о первом отряде космонавтов узнали слушатели от Б. Н. Кантемирова. Космонавтика — это не только сложная техника, это и новые знания о мире, а значит и новое мировоззрение, новая философия — такой вывод позволила сделать лекция доцента кафедры философии МАИ Т. М. Новиковой.

В прошлом году участница нашего конкурса Наташа Кудрявцева попросила устроить встречу с дублером Валентины Терешковой. Теперь эта встреча состоялась. Валентина Леонидовна Пономарева поделилась воспоминаниями о своих учителях, подругах по первому отряду космонавтов. На память об этой встрече у ребят остались открытки и конверты со спецгашениями и автографами космонавтов.

Очная сессия — это не только встречи и беседы, это и учеба. Мною регулярно читались лекции по основам космонавтики. На семинарах обсуждались предложенные



К полету готова! В скафандре — Наташа Кудрявцева (фото А. Юрьева)

ребятами варианты решений конкурсных заданий. Активны были слушатели и в подготовке докладов.

Ребята побывали в павильонах «Космос» и «Гидрометеорология» на ВДНХ, в монинском музее ВВС, посетили Звездный городок и выставку «Авиатехника-89» на Центральном аэродроме. В Центре подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина вице-президент ВАКО «Союз» летчик-космонавт СССР В. Д. Зудов показал им макет орбитальной станции «Мир» и ее нового модуля, другие тренажеры, на которых космонавты готовятся к полетам. В Московском планетарии ребята прослушали лекцию



Надо обсудить. Слева направо: Маритэ Андреева (г. Гагарин), Н. Н. Рукавишников, Г. А. Полтавец, Александр Титаренко (г. Алма-Ата), Олег Заикин (г. Ростов-на-Дону) (фото А. Юрьева)

Е. П. Левитана, а в Московском авиационном институте беседовали с профессором В. В. Малозёмовым, познакомились с современными системами жизнеобеспечения и спасения космонавтов.

С азартом работали ребята над изготовлением моделей ракет. Вскоре состоялись их пуски. Пройдет совсем немного времени и, надеюсь, эти головы, эти руки будут создавать новую технику для освоения космоса.

И вот наступил торжественный день вру-

чения почетных грамот Федерации космонавтики СССР, Главной редакции радиовещания для детей Гостелерадио СССР, Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе и редакции журнала «Земля и Вселенная». Награды победителям вручал председатель Федерации космонавтики СССР, дважды Герой Советского Союза Н. Н. Рукавишников. Его рассказы о трудной профессии космонавта, о будущей экспедиции к Марсу, думается, останутся навсегда в памяти счастливых, будут служить ориентиром в достижении мечты.

Г. А. ПОЛТАВЕЦ

профессор,
ведущий Всесоюзной радиошколы

Заботясь о завтрашнем дне космонавтики

15—16 декабря 1989 года в Волгограде состоялся III пленум Совета представителей Всесоюзного аэрокосмического общества (ВАКО) «Союз». На пленуме обсуж-

дались вопросы организации в СССР молодежной пролетных школ, лагерей для граммы Международного членов общества «Союз», года космоса. Варианты реализации данной программы рассматривались предложения будут отрабатываться уже в этом году. Будут организованы международные семинары, конференции, школы, лагеря, проведены курсы, в которых примут участие школьники, студен-

Президиум ВАКО «Союз» стал одним из инициаторов проведения летом 1992 года

ты, молодые ученые и специалисты, интересующиеся космическими исследованиями, ракетно-космической техникой, историей космонавтики, космической философией и искусством, экологией.

Участники пленума были ознакомлены с распоряжением Совета Министров СССР от 15 ноября 1989 года, посвященным деятельности ВАКО «Союз». В нем, в частности, намечено создание средних специализирован-

ных школ аэрокосмического и конструкторско-технологического профиля.

Сириус смотрит на нас

Творчество, любопытство, поиск — таков девиз ребят, занимающихся в кружке астрономии и космонавтики «Сириус-86» города Реж Свердловской области. Долгое время кружок не имел собственного помещения, но сейчас, благодаря поддержке клуба технического творчества «Умелец» местного механического завода, мы имеем в своем распоряжении астролабораторию, где ведется учебная и исследовательская работа кружковцев.

В кружке занимаются школьники 4—10 классов. Программа обучения рассчитана на два года; при желании, освоив эту программу, ребята продолжают заниматься в кружке по спецпрограмме.

В течение первого года изучается курс общей астрономии с элементами космонавтики и программирования. Для занятий широко используются всевозможные наглядные пособия и персональные компьютеры. К концу года ребята составляют собственные программы для компьютеров, участвуют в ежегодном конкурсе на лучшую программу по астрономии и космонавтике обучающего, вычислительного или игрового характера. Кружок — инициатор и организатор городских олимпиад по астрономии и космонавтике.

Каждый член кружка имеет возможность сдать норматив на астропилота I, II и III классов по компьютерной программе «Пилот», созданной в нашем кружке, моделирующей полет космического корабля вблизи различных планет. Задача — мягко посадить космический корабль за наименьшее время и с минимальными затратами топлива. Кроме того, необходимо освоить комплекс упражнений, обеспечивающих необходимую физическую подготовку юных космонавтов.

Первый год обучения заканчивается комплексными экзаменами, которые проводятся в 2-дневном походе. Здесь проходят проверку полученные умения и знания.

На следующий год каждый кружковец



На астрономической площадке

начинает заниматься в одной из служб кружка. У нас их четыре — Метеорный патруль, службы Солнца, Луны и планет, НАЯ (неотождествленных атмосферных явлений). Скоро организуется еще одна — по наблюдениям переменных звезд. Каждая служба оснащена телескопами «Мицар», «Алькор», малыми и большими школьными телескопами, биноклями, имеются модельные астротометр и телескопы-рефракторы, кино- и фотоаппаратура. Объекты наблюдений службы НАЯ — это кометы, серебристые облака, полярные сияния, явления, связанные с атмосферным электричеством и т. п. Ведется сбор информации о фактах наблюдения аномальных явлений. Эта информация обрабатывается и отождествляется с помощью компьютера.



Идут теоретические занятия

Каждые два месяца в кружке проходят итоговые семинары, на которых службы отчитываются о проделанной работе, о полученных результатах. Со своими докладами, рефератами, отчетами о наблюде-

ниях ребята участвуют в работе летних школ юных астрономов при Малой академии наук Урала. Установлены творческие связи с подобными кружками и клубами нашей страны.

В. Ю. ГОЛЕНДУХИН
руководитель кружка «Сириус-86»
город Реж Свердловской области

И у вас есть шанс

15 сентября прошлого года в нашей стране был осуществлен запуск 9-го по счету специализированного биологического спутника. Все 14 дней полета его обитатели — от отдельных живых клеток до обезьян — испытывали на себе воздействие невесомости и космической радиации. Биологические спутники — эффективное средство поиска ответов на вопросы, связанные с пребыванием в космосе живых организмов. Программа исследований, проводившаяся на борту биоспутника, включала три эксперимента, подготовленных школьниками — победителями конкурса на

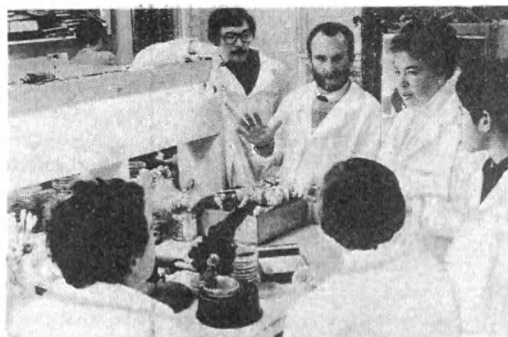
лучший проект биологического эксперимента в космосе «Биоспутник-89».

Впервые подобный конкурс был проведен в 1987 году накануне запуска предыдущего биоспутника. Он был организован Институтом медико-биологических проблем Минздрава СССР (ИМБП). В конкурсе участвовали члены биологических кружков Московского дворца пионеров и школьников.

Требования к экспериментам были (и остаются) самыми строгими. Во-первых, все, начиная с поиска самих «космонавтов» и кончая послеполетными исследованиями, должны делать сами ребята. Во-вторых, ограничен объем, в котором нужно разместить как сами объекты экспериментов, так и все необходимое для их нормальной жизнедеятельности. Предельный объем,



Школьники А. Морозов, С. Комаров и А. Летаров в лаборатории ИМБП



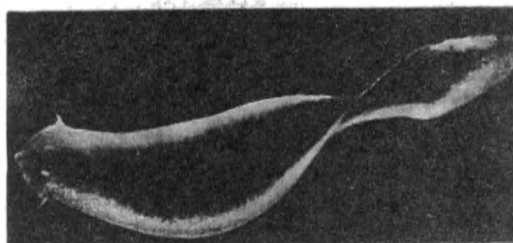
Эксперимент закончен. Идет первое обсуждение его результатов с научным руководителем кандидатом биологических наук А. М. Алпатовым

оговоренный в условиях конкурса, был равен объему трех спичечных коробков. Правда, позднее его позволили немного увеличить.

Три года назад были отобраны два эксперимента. В одном объектом исследований стала бактерия кишечной палочки, зараженная бактериофагом (вирусом, поражающим бактерии). Было обнаружено, что в космосе бактериофаг активизируется и разрушает бактерию в 3 раза чаще, чем на Земле. Второй эксперимент проводился по моему предложению. В нем объектом исследований оказались плоские черви планарии, обладающие особым свойством восстанавливать (регенерировать) полноценный организм из маленького кусочка тела. В космос были посланы фрагменты тела планарий. За время полета из них выросли целые особи — то есть невесомость не нарушила процесса регенерации.

Конкурс, проводившийся в прошлом году, в отличие от первого, был уже всесоюзным. Его организаторами стали на этот раз ИМБП и Всесоюзное аэрокосмическое общество «Союз». На конкурс поступило несколько сот писем с предложениями. Из них отобрали тридцать, авторы которых если и не предложили до конца продуманного и разработанного эксперимента, то, по крайней мере, показали, что смогут это сделать. Всех этих ребят пригласили в Москву, где они занялись разработкой проектов.

Работа проходила под руководством опытных психологов, специалистов по организации коллективного мышления. По их инициативе все участники конкурса разделились на четыре группы по 7—8 человек. Каждая группа разрабатывала проект эксперимента из конкретной области био-



Объект космических экспериментов — планария

логии. В ходе работы над проектами проводились консультации со специалистами. В заключение состоялась защита проектов на ученом совете ИМБП.

Отобрали три эксперимента. Авторами первого — Борисом Наумовым и Виталием Лейбиным предлагалось изучить влияние факторов космического полета на поведение и инстинкты муравьев. Два других эксперимента были предложены группой, в которую входили Елена Солодухина, Евгений Бабкин, Александр Галкин и я. В одном предстояло установить, как происходит в космосе регенерация дождевых червей. Второй стал продолжением эксперимента на планариях, проведенного во время полета предыдущего биоспутника. Теперь целью эксперимента было выяснить, меняется ли скорость регенерации планарий в невесомости, а также как пребывание в невесомости сказывается на повторной регенерации после полета.

Для планарий характерно восстановление не только структуры, но и пропорций тела. Поэтому, зная, как сильно пропорции тела регенерирующей планарии отличаются от исходных, можно судить о том,

на какой стадии находится регенерация (что может быть охарактеризовано коэффициентом регенерации). Анализ результатов эксперимента, проведенный под руководством сотрудников Института биофизики АН СССР кандидатов биологических наук И. М. Шейман и Х. П. Тираса показал, что в космосе регенерация проходит быстрее, чем на Земле.

При повторной регенерации после окончания полета также было обнаружено статистически достоверное увеличение скорости регенерации планарий, побывавших в космосе. Этот эффект был зафиксирован при первом измерении пропорций тела, проводившемся через три дня после пов-

торного рассечения. Затем скорость регенерации снизилась, что, можно, видимо, объяснить процессами реадaptации.

В заключение хотелось бы обратиться ко всем школьникам, интересующимся биологией или космонавтикой. Сейчас биологические спутники запускаются регулярно с интервалом в два года. Вы имеете все шансы провести эксперимент на следующем биоспутнике — все зависит от вас! С условиями конкурса можно ознакомиться в журнале «Квант» (№ 4 за 1989 год).

А. МОРОЗОВ

учащийся 11 класса 57 московской школы

Памяти Ивана Федоровича Шевлякова

28 января 1990 года на девяносто втором году жизни скончался старейший лектор Московского планетария **Иван Федорович Шевляков**, последний из знаменитой пятерки лекторов, работавших в Московском планетарии со времени его основания — К. Н. Шистовский (1899—1980), А. Ф. Ларионов (1898—1961), А. Б. Поляков (1899—1985), В. А. Шишаков (1893—1972), И. Ф. Шевляков (1898—1990).

И. Ф. Шевляков родился в 1898 году в старинном русском городе Данкове (ныне — Липецкой области). После окончания гимназии и службы в Красной Армии (1919—1924) И. Ф. Шевляков переехал в Москву и начал преподавать естествознание в школе имени Радищева. Узнав об открытии в Москве планетария (Земля и Вселенная, 1989, № 6, с. 61. — *Ред.*), И. Ф. Шевляков пожелал в нем работать. Директор планетария К. Н. Шистовский (избранный на эту должность по конкурсу) предложил кандидату в лекторы подготовить тему и назначил прослушивание. Лишь после успешного прослушивания Иван Федорович стал лектором планетария. В своих лекциях И. Ф. Шевляков старался сочетать пропаганду астрономических знаний с пропагандой научного атеизма. В тридцатые годы последняя нередко просто подменялась опорочиванием служителей церкви. Иван Федорович всегда предостерегал лекторов от такой «пропаганды» атеизма.

И. Ф. Шевляков читал лекции не только в Московском планетарии, но и в других планетариях страны, часто выступал на предприятиях и в школах, неоднократно выезжал с лекциями за рубеж (ГДР, Польша, Венгрия, Румыния, Чехословакия). Всего за 45 лет своей лекторской деятельности он прочитал не менее 18 тыс. лекций.

В 1975 году И. Ф. Шевляков помог организовать планетарий в своем родном городе Данкове, почетным гражданином которого он был избран.

Деятельность И. Ф. Шевлякова отмечена рядом медалей, дипломов и почетных грамот. Ему было присвоено почетное звание заслуженного работника культуры РСФСР.

Всю жизнь коммунист И. Ф. Шевляков (член КПСС с 1940 года) активно участвовал в партийной и общественной работе планетария, Московского отделения ВАГО и Центрального совета ВАГО.

Память об Иване Федоровиче Шевлякове — опытном лекторе и воспитателе многих молодых лекторов — надолго останется в сердцах его учеников и всех, кто его знал.

Группа товарищей



В Федерации космонавтики СССР

Пленум Федерации

15 декабря 1989 года в Москве, в актовом зале Дома ученых АН СССР, состоялся VI пленум Федерации, рассмотревший вопросы, связанные с пропагандой достижений СССР в мирном освоении космического пространства и использовании их в интересах народного хозяйства. С докладом выступил заместитель председателя ФК СССР, летчик-космонавт СССР А. Н. Березовой. Участники пленума обменялись опытом работы в союзных, республиканских и местных комитетах Федерации космонавтики СССР, органах печати, образования и культуры, оценили состояние практической, пропагандистской и лекционной работы, наметили конструктивные меры по улучшению пропаганды достижений советской космонавтики.

В частности, отмечалось, что в таких журналах, как «Авиация и космонавтика», «Наука и жизнь», «Техника — молодежи» для публикаций по космической тематике отводится, как правило, всего 10—15 % от общего объема издания. Только в журнале «Земля и Вселенная» есть рубрика «В Федерации космонавтики СССР». За последние годы уменьшился выпуск книг и брошюр по космонавтике. Здесь можно отме-



тить лишь книги издательства «Машиностроение» и брошюры издательства «Знание». СССР — одна из немногих стран Европы, в которой до сих пор нет специализированного массового научно-популярного журнала по космонавтике.

Пленумом приняты решения, реализация которых должна спо-

С докладом выступает летчик-космонавт СССР А. Н. Березовой (фото А. Лобанова)

способствовать более активной пропаганде достижений советской космонавтики.

«Космонавтика — человеку»

Под таким девизом в Москве 15—16 декабря 1989 года была проведена I научно-практическая конференция Федерации космонавтики СССР. Во вступительном слове к участникам конференции председатель Федерации космо-

навтики СССР, летчик-космонавт СССР Н. Н. Рукавишников отметил, что ее цель — ознакомление актива федерации с современными достижениями советской космонавтики, имеющимися проблемами и трудностями, обмен опытом работы секций и советов федерации, дальнейшее развитие творческих связей с другими общественными организациями, вовлечение в деятельность федера-

ции новых научных и общественных сил.

На пленарных и секционных заседаниях конференции отмечалось, что уже сейчас космонавтика самокупаема: экономический эффект от эксплуатации космических систем связи, метеорологии, изучения природных ресурсов, навигации в этом году в 1,5 раза превысил затраты на них, более 900 организаций являются потре-



Председатель Федерации космонавтики СССР Н. Н. Рукавишников открывает научно-практическую конференцию «Космонавтика — человеку» (фото Ю. Лобанова)

бителями уникальной информации из космоса, а в 1993—1995 годах цифры возрастут сначала в 4 раза, а затем будут доведены до 12—17 рублей на каждый рубль вложений.

Активное участие в организации и работе конференции приняли видные ученые и специалисты, пропагандисты и историки, представители Министерства общего машиностроения, Главкосмоса СССР, Академии наук СССР, Государственного комитета народного образования СССР, Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР, Правления Всесоюзного общества «Знание», летчики-космонавты СССР, ветераны космонавтики.

Наибольший интерес вызвали доклады «Советская космонавтика: достижения и перспективы» (академик В. С. Авдеевский и доктор технических наук, профессор В. П. Сенкевич); «Социально-экономические проблемы профессиональной ориентации молодежи» (академик И. Ф. Образцов и кандидат технических наук А. А. Бачманов); «Международное сотрудничество ищет пути сохранения космонавтики без оружия» (доктор технических наук, профессор А. Д. Курланов); «Использование спутниковой телекоммуникации в экстремальных земных ситуациях» (доктор технических наук Г. М. Тамкович); «Космонавтика и проблема прогноза землетрясений» (член-корреспондент АН СССР С. С. Григорян); «Автономная навигация в космических полетах» (член-корреспондент АН СССР Т. М. Энеев и доктор физико-математических наук, профессор В. В. Ивашкин); «Письма В. П. Глушко, посвящен-

ные развитию космонавтики» (член-корреспондент АН СССР В. П. Радовский).

На секциях было заслушано около 30 докладов и сообщений по основным направлениям космонавтики, вопросам пропаганды ее достижений и истории, научно-технического творчества и работы с молодежью, проведено обсуждение докладов и подготовлены рекомендации.

В адрес конференции поступили приветствия от Министерства общего машиностроения и Главкосмоса СССР, Министерства высшего и среднего специального образования РСФСР, летчиков-космонавтов и специалистов Центра подготовки космонавтов имени

Ю. А. Гагарина, ректората Московского авиационного института имени С. Орджоникидзе.

На заключительном заседании было принято развернутое решение и обращение к общественности (публикуется ниже). Конференция постановила просить Федерацию космонавтики СССР и Академию наук СССР издать труды конференции, а журналы «Земля и Вселенная», «Авиация и космонавтика», «Наука и жизнь», «Техника — молодежи» дать публикации по наиболее интересным докладам. Решено проводить научно-практические конференции ФК СССР раз в два года.

В. П. СЕНКЕВИЧ
доктор технических наук,
профессор, заместитель
председателя Федерации
космонавтики СССР

Обращение участников первой Всесоюзной научно-практической конференции «Космонавтика — человеку»

Проведенная 15—16 декабря 1989 года в Москве Федерацией космонавтики СССР конференция отмечает:

1. С наступлением космической эры, начало которой было положено 4 октября

1957 года, деятельность человека распространилась на новую среду — космическое пространство. Это позволяет сегодня в глобальном масштабе изучать ресурсы планеты, вести наблюдения за метеорологическими и геофизическими процессами, организовывать хозяйственную деятельность людей в рамках международных и национальных программ, обеспечивать теле- и радиовещание, радиотелефонную связь для жителей различных

уголков планеты.

2. Развитие земной цивилизации во второй половине XX века сопровождалось удвоением каждые 20 лет производства и потребления энергии, обострением экологических проблем и загрязнением среды. Результаты усилий, предпринимаемых различными странами по охране окружающей среды, пока недостаточны. Между тем, космонавтика позволяет обеспечить эффективный глобальный мониторинг, и ее

перспективы в этом направлении в недалеком будущем представляются многообещающими. Среди ожидаемых результатов — и более точные прогнозы катастрофических явлений, таких как землетрясения, наводнения и другие. Здесь есть хорошая основа для международного сотрудничества. Именно поэтому были поддержаны предложения главы советского государства М. С. Горбачева о создании при ООН центра срочной экологической помощи, где ведущая роль отводится космическим средствам дистанционного зондирования и контроля.

Объединив усилия всей планеты в деле мирного изучения и освоения космоса, человечество сможет эффективно решать назревающие глобальные проблемы, предотвратить экологический кризис и обеспечить рациональное расходование невозполнимых природных ресурсов Земли.

3. Страна сейчас получает миллиардные выгоды от использования космических аппаратов при решении народнохозяйственных задач. Так, экономический эффект от эксплуатации космических систем связи, метеорологии, изучения природных ресурсов, навигации, геодезии и других в 1,5 раза превысил общие затраты на них. Потребителями уникальной космической информации сейчас являются более 900 организаций различных министерств и ведомств, использующих ее в интересах картографии, сельского и лесного хозяйств, геологии и градостроительства, водного и рыбного хозяйств и других. Общий экономический эффект только от эксплуатации космической техники народнохозяйственного назначения за последние годы, включая первую половину 1989 года, превысил 12 млрд рублей. Прогнозируется, к

1995 году эта цифра возрастет до 20—27 млрд рублей, а к 1995—2000 годам уже до 32—52 млрд. рублей. С помощью отечественных спутников связи более 94 % населения СССР имеет возможность смотреть телевизионные передачи, общаться по телефонам через космические радиоканалы с абонентами на территории страны и других государств. Эффективно решаются задачи космической геодезии, навигации судов и самолетов. Более 2000 человек спасены благодаря международной спутниковой системе КОСПАС — САРСАТ.

4. Человечество стремится найти в космосе ответы на такие принципиальные вопросы, как строение и эволюция Вселенной, образование Солнечной системы, происхождение и развитие жизни. Благодаря космонавтике фундаментальные науки о Вселенной претерпели революционные изменения.

5. Советская космонавтика способствует делу мира и обеспечению безопасности стран мирового сообщества путем эксплуатации высокоэффективных космических систем. Главы многих государств поддержали предложения Советского правительства о координации и руководстве ООН работами в области космической инспекции и контроля за соблюдением международных договоров и соглашений.

6. Освоение космоса создает совершенно новые условия и возможности для развития культуры, образования и духовной сферы общества, нацеливая его на решение гуманных задач мирового сообщества, сотрудничество в различных областях деятельности человека.

7. Космонавтика — высокоэффективная и прогрессивная отрасль народного хозяйства — играет важную роль в проводимой страной

перестройке как действенный катализатор развития современной науки, техники, экономики и культуры. И поэтому при постановке вопросов о возможном временном сокращении средств, выделяемых на космические исследования и развитие космической техники, составляющих менее одного процента валового национального продукта, следует осознавать, что отставание в освоении космоса несомненно приведет к снижению темпов экономического и социального развития СССР и падению научно-технического и политического престижа страны.

«Космонавтика — человеку» — таков девиз конференции. Советская космонавтика, создаваемая плодотворным трудом наших соотечественников при разумной организации и обеспечении работ, позволит реализовать еще многие мечты человечества, реализовать на практике творческие идеи и высокоэффективные космические проекты. Мы рады достижениям и других стран в мирном освоении космоса и рассчитываем на плодотворное сотрудничество с ними в различных областях космической науки и техники.

Обращаясь к народным депутатам СССР, правительственным, партийным и другим общественным органам, мы просим при принятии важных для страны экономических, политических и социальных решений обратить самое пристальное внимание:

— на огромный научный, технический и технологический потенциал, накопленный космической отраслью, использование которого, в том числе в рамках программы конверсии, в других отраслях народного хозяйства позволит существенно повысить их технический уровень и будет способствовать

вывать эффективному решению многих острейших хозяйственных и социальных проблем нашей страны;

— на необходимость формирования развития народнохозяйственного и научного направления космонавтики при сохранении сложившихся темпов работ по другим важнейшим направлениям, что позволит уже к середине 90-х годов создать новые поколения высокоэффективных космических средств и существенно пре-

высить реальный доход над расходами в области космонавтики;

— на научное, философское и этическое значение космонавтики для развития нового глобального космического мышления, синтезирующего понятия «общий космический дом», для воспитания молодежи в духе ответственности каждого за судьбу всей планеты.

Участники научно-практической конференции «Космонавтика — человеку» об-

ращаются с предложением ко всем специалистам в области космонавтики, пропагандистам и историкам, работникам образования, культуры и искусства, молодежи и ветеранам ракетно-космической техники поддержать это обращение и принять активное участие в работе структурных союзных, республиканских и местных органов Федерации космонавтики СССР.

Как помочь космонавтике

(из писем в редакцию)

В связи с появившимися в последнее время многочисленными негативными оценками космических исследований хотел бы высказать следующее предложение. Сейчас создаются всевозможные фонды для оказания поддержки, содействия тем или иным программам: Детский фонд, Фонд культуры и другие. Почему бы по аналогии не создать фонд гражданского содействия космическим исследованиям «Космос».

Будущее человечества неразрывно связано с космосом. Если будет создан фонд «Космос», я внесу в него свои средства. Уверен, в нашей стране и за рубежом найдется немало людей, которые могли бы поддержать эту идею. Учредителями фонда могли бы стать такие организации, как «Интеркосмос», Главкосмос СССР, Институт космических исследований АН СССР, Федерация космонавтики СССР, другие организации. Вполне вероятно, что со временем фонд перерастет рамки одного государства и станет всемирным общечеловеческим фондом.

С предложением о создании фонда были ознакомле-

ны члены Мурманского отделения ВАГО, они его полностью одобрили.

В. Е. ТРОШЕНКОВ
председатель Мурманского
отделения ВАГО

Считаю, что настало время создать в СССР коммерческую акционерную организацию по финансированию космических программ. Акционерами могли бы стать предприятия, организации, кооперативы и отдельные граждане. Первоначальный капитал, полученный от продажи акций, можно было бы вложить в какой-либо космический проект, прибыль от реализации которого шла бы на расширение деятельности, оплату труда штатных сотрудников (правления и прочее) и выплату дивидендов. Создание такой организации могло бы иметь следующие положительные последствия:

1) создаст, пусть пока и незначительную, конкуренцию Главкосмосу,

2) будет способствовать энергичному внедрению до-

стижений космонавтики в народное хозяйство,

3) уменьшит государственные затраты на космонавтику,

4) привлечет денежные накопления населения к решению самых передовых научно-технических задач и тем самым будет способствовать росту научно-технического потенциала страны,

5) объединит активных сторонников развития космонавтики в нашей стране,

6) создаст более творческую обстановку для работы научно-технических работников в космической промышленности,

7) заставит резко улучшить качество космической техники.

Для практической реализации этой идеи, думаю, найдутся в нашем обществе и нашей космической промышленности знающие инженеры, экономисты, коммерсанты, желающие заняться подобным вопросом.

В. Г. ШИТИК
г. Куйбышев

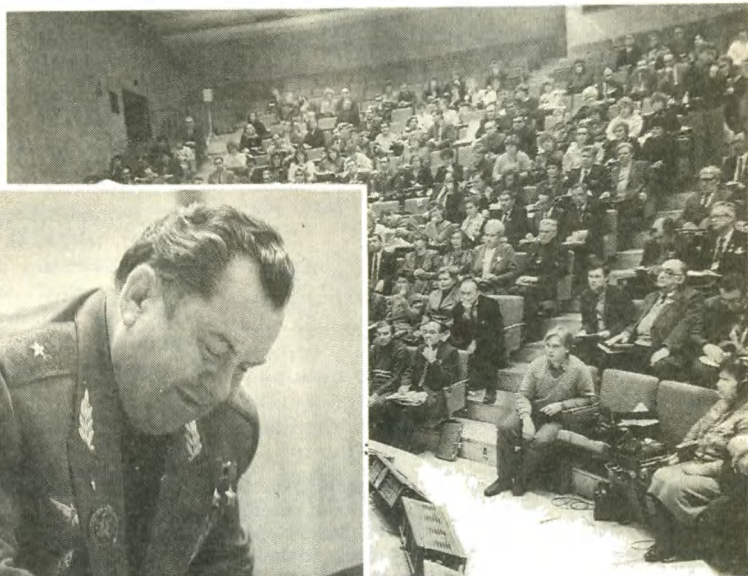


Создана Ассоциация музеев космонавтики СССР

Информация

В докладе и развернувшихся после него прениях отмечалось, что развитие космонавтики вызвало активный процесс создания музеев, освещающих ее достижения. В настоящее время действуют более 40 профильных музеев (многоплановых, мемориальных, истории предприятий, художественных и других). В 120

ционные и финансовые трудности ограничивают возможности музеев в пополнении экспозиций образцами ракетно-космической техники, в музеях слабо представлены или не представлены вообще серьезные разработки, определяющие сегодняшний уровень развития советской космонавтики, ее роль в социальном развитии



Учредительная конференция АМККОС СССР: только что избранный президент ассоциации П. Р. Попович дает автографы (фото В. Милюшенко)

По инициативе научно-технической и музейной общественности: ветеранов ракетно-космической отрасли, космонавтов, Советского национального комитета ИКОМ (Международного совета музеев), директоров ведущих музеев космонавтики — создана Ассоциация музеев космонавтики СССР (АМККОС СССР).

23—24 ноября 1989 года в Москве, в Центральном Доме художника, состоялась ее учредительная конференция. С докладом о задачах, стоящих перед ассоциацией, выступил председатель оргкомитета конференции летчик-космонавт СССР П. Р. Попович.

музеях иных профилей (краеведческих, технических, исторических и других) имеются значительные экспозиции по космонавтике. Свыше 200 общественных музеев также располагает экспозициями по космической тематике.

Однако научно-технический и художественный уровень большинства музейных экспозиций по космонавтике крайне низок и не соответствует уровню, достигнутому космической наукой и техникой, что в значительной мере является следствием финансирования учреждений культуры по остаточному принципу. Организа-

страны. Практически не отражено в музейных экспозициях использование ракетно-космических разработок и технологий в народном хозяйстве страны.

Отрицательно сказывается на деятельности музеев их ведомственная разобщенность и отсутствие координации в их работе. Это отражается прежде всего на уровне научной, исследовательской и пропагандистской деятельности музеев: не ведется разработка научно-методических основ деятельности музеев нового типа, ка-

кими являются музеи космонавтики, нет единой музейной политики в области пропаганды исторических приоритетов.

Музеи испытывают острую нехватку научных кадров, имеющих хотя бы минимальную профильную подготовку для работы по космической тематике.

Создание Ассоциации музеев космонавтики СССР позволит координировать деятельность музеев, будет способствовать устранению указанных недостатков, что поможет повысить роль музеев космического профиля как научно-технических, культурных и пропагандистских центров, повысит эффективность музейной работы.

Учредителями АМКОС СССР стали Министерства культуры

СССР и РСФСР, Министерство обороны СССР, Главкосмос СССР, Госкомобразования СССР, ВЦСПС, ЦК ВЛКСМ, АН СССР, Союз художников СССР, Союз архитекторов СССР, Союз писателей РСФСР, Советский фонд культуры, Советский национальный комитет ИКОМ, Всероссийское общество охраны памятников истории и культуры, Всесоюзное добровольное общество любителей книги, Государственная библиотека имени В. И. Ленина, ВДНХ СССР, Научно-исследовательский центр космической документации СССР, Совет ветеранов командно-измерительного комплекса при Федерации космонавтики СССР, журнал «Советский Союз», Центр подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагари-

на, ряд научно-исследовательских, конструкторских и производственных коллективов, работающих в области создания ракетно-космической техники.

На конференции рассмотрен и принят устав ассоциации, избраны Центральный совет и Ревизионная комиссия АМКОС СССР. Президентом ассоциации стал летчик-космонавт СССР П. Р. Попович, вице-президентами — летчик-космонавт А. И. Лавейкин и Н. С. Кирдода. Адрес АМКОС СССР: Москва, Хилков пер., д. 3, кв. 13; тел.: 290—29—89, 290—34—69, 290—34—90.

Из новостей зарубежной космонавтики

Спутник SMM прекратил существование

2 декабря 1989 года американский спутник SMM (Solar Maximum Mission), запущенный в 1980 году и предназначенный для исследования Солнца в период его максимальной активности, вошел в атмосферу Земли над акваторией Тихого океана и разрушился в процессе спуска.

Спутник не удалось перевести на более высокую орбиту и сохранить для дальнейшей эксплуатации из-за отсутствия средств на специальный полет многоразового транспортного космического корабля «Спейс Шаттл».

За время эксплуатации спутника его бортовой гамма-спектрометр обнаружил излучение от взрыва Сверхновой 1987 А, было зафиксировано 10 «столкновений» комет с Солнцем. Бортовой спектрометр УФ-излучения зарегистрировал незначительное увеличение содержания озона в

земной атмосфере на больших высотах к северу от экватора и его уменьшение южнее экватора. Бортовой аппаратурой зарегистрировано также более 12 500 солнечных вспышек, исследовались магнитные поля солнечных пятен.

*Сообщение агентства ЮПИ
от 2 декабря 1989 года*

Запуск спутника «СОВЕ»

С базы ВВС США Ванденберг 18 ноября 1989 года двухступенчатой ракетой-носителем «Дельта-3290» запущен научно-исследовательский спутник «СОВЕ» (Cosmic Background Explorer), предназначенный для регистрации реликтового космического излучения. Предполагается получить информацию о том, было ли распространение излучения в первые

300—500 тыс. лет после Большого Взрыва изотропным.

Диаметр спутника 2,5 м, длина — 8,5 м, масса — 2,2 т, его орбита высотой 900 км близка к полярной. Исследования предполагается провести за два года. На спутнике установлены ИК-спектрометр, ИК-радиометр и комплект из четырех СВЧ-радиометров. Энергоснабжение осуществляется солнечными батареями. Стоимость спутника 150 млн долл., программы в целом — 400 млн долл.

Запуск спутника «СОВЕ» ракетой «Дельта» был последним запуском непилотируемого одноразового носителя, произведенным НАСА. В дальнейшем для вывода полезных нагрузок, которые нецелесообразно выводить на многоразовых транспортных космических кораблях «Спейс Шаттл», НАСА будет пользоваться платными услугами коммерческих фирм.

New Scientist, 1989, 124

Загадочные ландшафты Венеры

В трех предыдущих номерах журнала были опубликованы фрагменты из «Атласа Венеры», подготовленного Главным управлением геодезии и картографии при Совете Министров СССР по результатам радиолокационной съемки, выполненной в 1983—1984 годах с помощью космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16» (Земля и Вселенная, 1983, № 3, с. 19—21). Предлагаем вниманию читателей еще одну серию фрагментов карты, на которых показаны **венцы** — характерные особенности геологического строения поверхности Венеры, представляющие собой кольцевые образования диаметрами 150—600 км. На поверхности других небесных тел подобные образования не встречаются. Венцы широко распространены к западу от плато Лакшми, а также в области Тефии (см. стр. 92—93). Фрагмент 3—13 (долгота 286°, широта 78° с.)

Венец Анахит (внизу изображения, диаметр 400 км) и **венец Помоны** (вверху справа, диаметр 300 км), расположенные к северо-западу от плато Лакшми. Перепады высот в пределах венцов не превышают 1—1,5 км. Светлые пятна неправильной формы между венцами — потоки застывшей лавы.

В пределах изображения видны два кратера ударного происхождения: **Лагерлёф** (вверху, диаметр 60 км) и **Дашкова** (справа, диаметр 45 км). Кратер Дашкова лежит на краю тессеры Ицпапалотль. В нижнем правом углу изображения край тессеры **Атросос**.

Размеры изображения 1000×680 км. Север — сверху, восток — справа. Фрагмент 3—33 (долгота 279°, широта 67° с.)

Венец Феронии (диаметр 300—400 км), расположенный в 1000 км к югу от венца Анахит. У правого края изображения кратер **Обухова** (диаметр 35 км). В пространстве между ними и венцом южная оконечность **гряд Бен**. На равнине к юго-западу от венца небольшой кратер **Наталья** (диаметр 10 км).

Район венца Феронии интересен тем, что на первых радиолокационных изображениях, полученных с Земли, он наблюдался как одна светлая деталь, которая была названа **областью Мнемосины**. Более детальные изображения, полученные с космических аппаратов «Венера-15» и «Венера-16», позволили установить истинную природу этого образования.

Фрагмент 3—2 (долгота 257°, широта 72° с.)

В том же районе лежит и **венец Ба-**

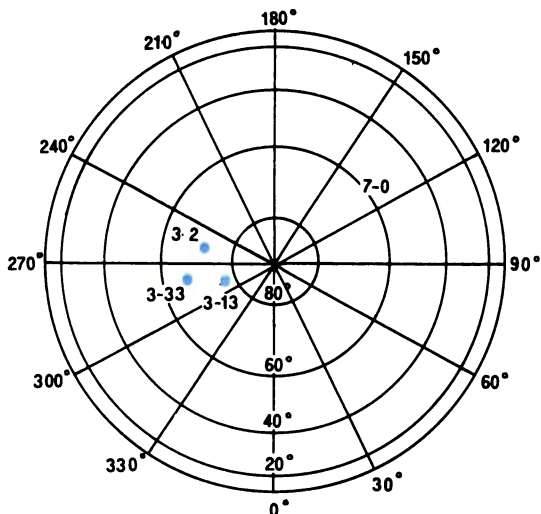


Схема расположения фрагментов карты Венеры (вид с северного полюса планеты). Кружками обозначены центры этих фрагментов, рядом указаны их номера

чу» (протяженность с запада на восток свыше 600 км). Район, расположенный ниже, получил название **область Метиды**. Пересекающая ее с северо-запада на юго-восток прямолинейная складчатая структура — **борозды Илбис**. К северу от борозд Илбис высота достигает 3 км относительно уровня средней сферы радиуса 6051 км. В правом верхнем углу — небольшой кратер **Вальбор** (диаметр 18 км).

Фрагмент 7—0 (долгота 132°, широта 64° с.)

Венец Найтингейл (размеры — 550 км с севера на юг и 450 км с запада на восток), расположенный в области Тефии на границе с равниной Аталанти. Это крупнейшее образование подобного рода в пределах территории, снятой космическими аппаратами «Венера-15» и «Венера-16». У западного края венца, а также внутри его у южного края высота достигает 3 км. Справа кратер **Койдула** (диаметр 65 км), вверху изображения кратер **Жилова** (диаметр 55 км).

Черная полоса на изображении — результат пропуска в съемке 12 апреля 1984 года: изображения строились совмещением на ЭВМ отдельных полос, полученных в ходе ежедневных съемок, продолжавшихся 8 месяцев.

Материал подготовили

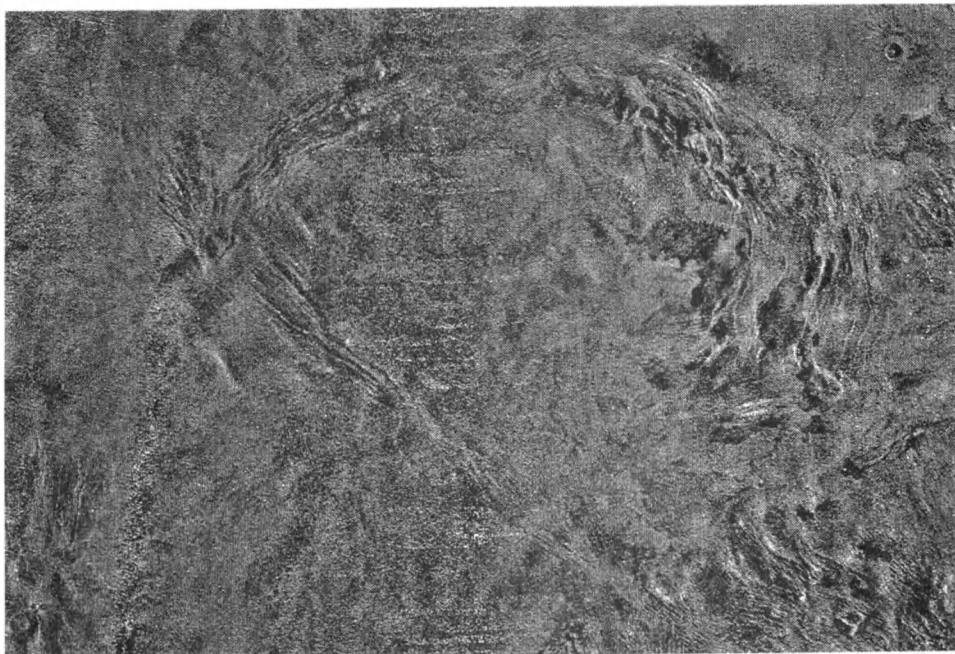
О. Н. РЖИГА

доктор физико-математических наук

А. И. СИДОРЕНКО

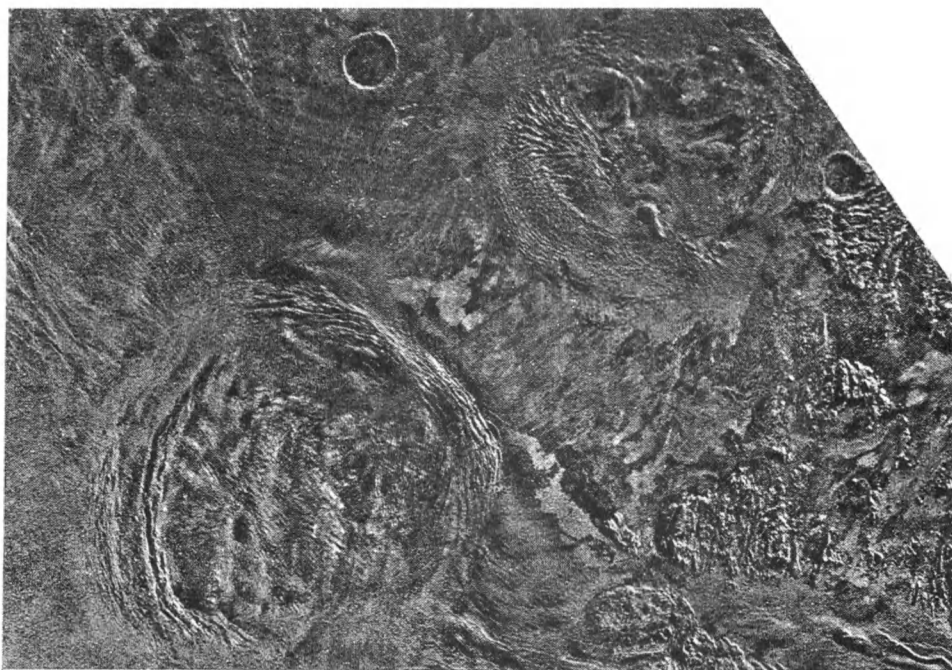
кандидат технических наук

(Институт радиотехники и электроники АН СССР)



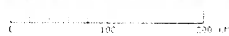
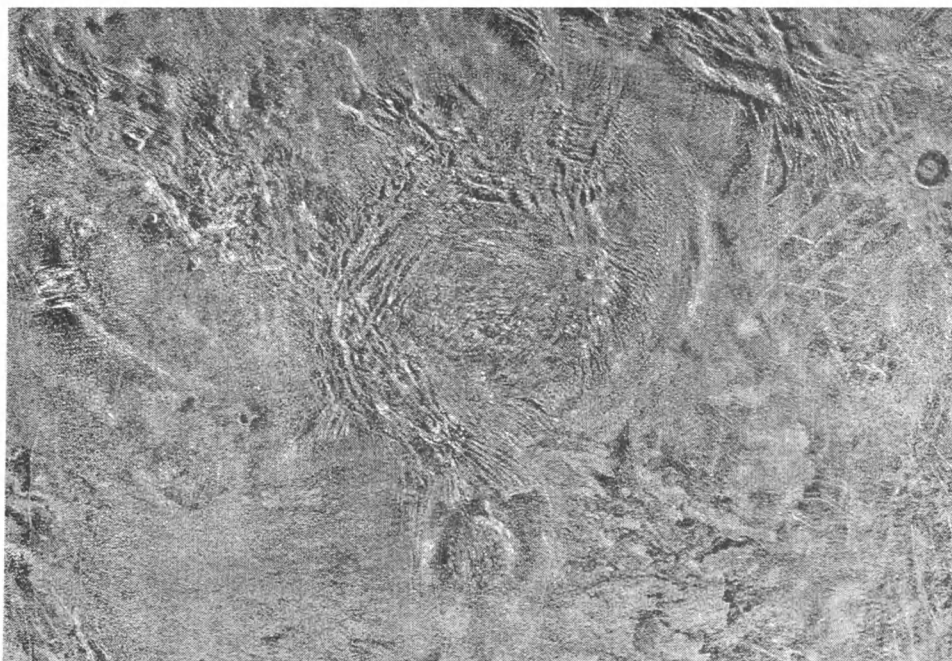
ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 3 - 2



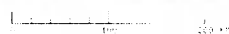
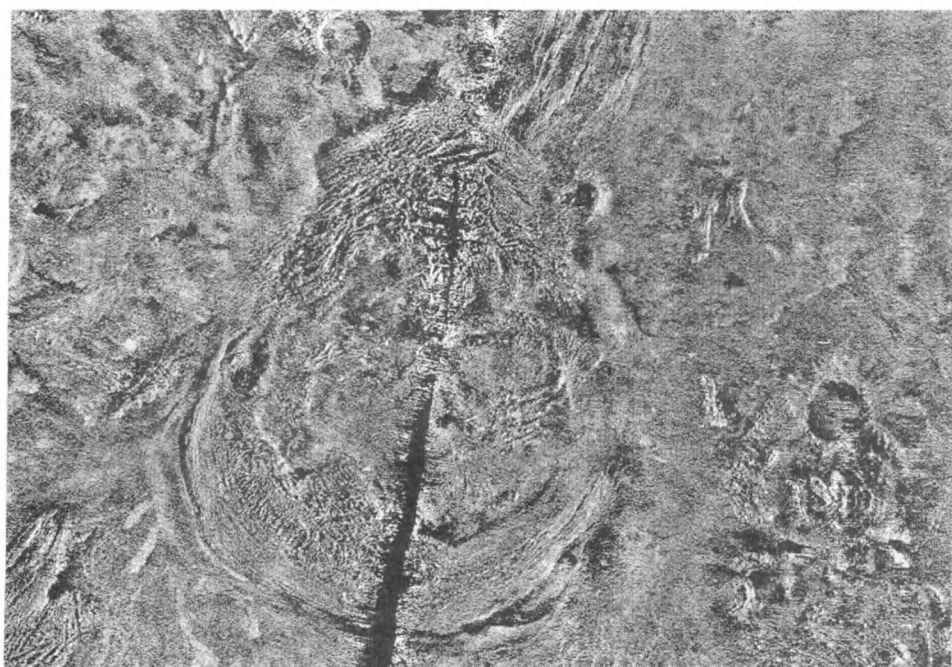
ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 3 - 13



ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 3 - 33



ФОТОПЛАН.

ЛИСТ 7 - 0

«Популярная аэрномия»

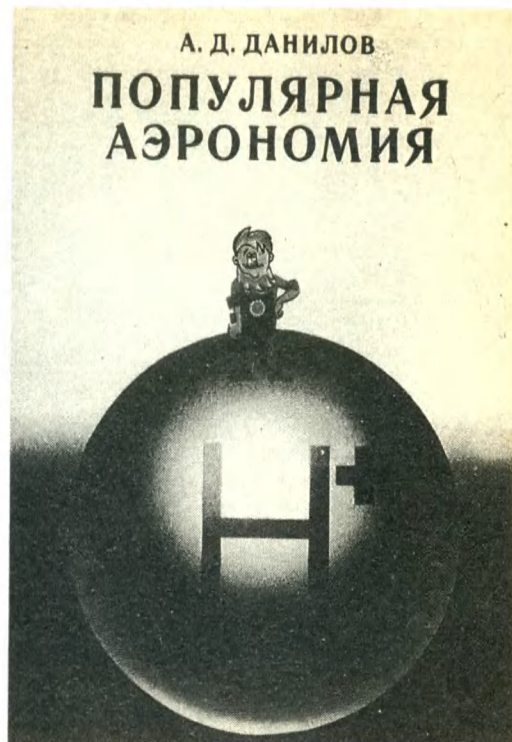
Верхнюю атмосферу Земли ученые очень долго рассматривали как своеобразную природную сцену, на которой время от времени вспыхивают довольно впечатляющие, но совершенно бесполезные для познания атмосферы «огни» — полярные сияния, метеоры, свечения неба. О них написал еще Аристотель в своей «Метеорологике». В ней он, правда, высказал гениальную догадку о горячем слое воздуха, где загораются эти «огни»...

Пришел XX век, была открыта ионосфера и изобретено радио. Но чтобы пользоваться им, нужно было знать физические свойства ионосферы. Развитие ее теории привело к открытию многочисленных фотохимических реакций в разреженных газах верхней атмосферы и к обнаружению именно в этих слоях влияния солнечной активности на нашу планету. И хотя такое влияние оказалось опасным для человека, когда он вышел в космос, тем не менее тогда появилась возможность изучать свойства верхней атмосферы совершенно новыми методами.

Ступени научного освоения атмосферы Земли описаны в интересной и современной научно-популярной книге доктора физико-математических наук А. Д. Данилова «Популярная аэрномия» (Л.: Гидрометеоиздат, издание второе, дополненное и переработанное, 1989).

Напомним, что аэрномия — молодая наука, изучающая структуру верхней атмосферы Земли и протекающие в ней физические и химические процессы. Сделать адекватный научный обзор по той или иной дисциплине — нелегкая задача. Но «воля находит путь», и автор, ни в коем случае не избегая дискуссионных вопросов, умело ведет читателя к главной цели — пониманию основных свойств земной атмосферы в целом.

В первой главе книги автор приводит необходимые сведения о строении, составе и температуре атмосферы, о ее дневном «вздутии», об эффектах, вызываемых солнечными вспышками. Очень важно, что здесь рассказывается и о ветрах и о тече-



ниях в верхней атмосфере. На динамические процессы, как справедливо считает автор, специалистам по физике верхней атмосферы сейчас придется обратить особое внимание, хотя еще недавно эти процессы оставались как бы вне поля зрения аэрномии. Затем автор переходит к главному предмету книги — ионосфере, ее происхождению, границам, составу и т. д. (вторая и третья главы). Изложение основных законов ионизации и рекомбинации автор дополняет более сложными вещами — сведениями о корпускулярной ионизации, о роли реакций окиси азота. В немногих словах, используя лишь несколько необходимых формул — это отличительный прием автора — он дает читателю содержательную сводку новых наблюдений и основы теории ионосферы. Точно так же он поступает и анализируя довольно сложную зависимость поведения ионосферы от солнечной деятельности.

Из четвертой главы читатель узнает о дальнейшей судьбе ионов, родившихся в акте фотоионизации. Здесь изложена ин-

тересная дискуссия о проблеме ночной ионосферы, ночного слоя E (от 90 до 130 км). В разделе этой главы, названном «Борьба динамики и фотохимии», автор привлекает внимание к новому физическому процессу — диффузии ионов, которая особенно интенсивна в верхней атмосфере.

В пятой главе автор книги рассказывает о «загадочной области Д», лежащей на высоте 60—90 км. Он стремится пояснить через ее свойства более сложные свойства земной ионосферы в целом. В этой главе читатели знакомятся в основном с условиями ее спокойного состояния — рассматриваются «ионы-связки» в области Д, образующиеся с участием водяного пара и двуокиси углерода, их роль в ускорении рекомбинации и других процессах.

В шестой главе книги («Ионосфера и метеорология») рассказывается о международной Программе средней атмосферы — крупнейшем в планетарной геофизике проекте, который изучал связь средней атмосферы с погодой и климатом (проект выполнялся в 1979—1985 годах). Здесь же читатели узнают о «зимней аномалии ионосферы» (аномалии поведения параметров области Д), которая позволяет обнаружить влияние резких изменений температуры нижней атмосферы, ее гравитационных волн, турбулентности.

О нейтральных частицах атмосферы — седьмая глава книги. Из нейтральных компонентов автор описывает окись азота и атомарный азот, которые теснейшим образом связаны с физикой области Д, а также атмосферный озон. Проблеме озона посвящен в этой главе отдельный параграф, специально написанный автором для второго издания книги. Здесь, в частности, речь идет о загрязнении атмосферы фреонами

и окисью азота, разрушающими озон. Автор указывает, что окись азота NO происходит от образующейся в почвах закиси азота N_2O , а это связывает идеи аэрономии опять-таки со свойствами нижней атмосферы.

Описывая ионосферные бури, автор наглядно поясняет роль солнечного ветра, вторгающегося в земную атмосферу (восьмая глава). Здесь отмечается сложность комплекса физических явлений бури (изменений электронной концентрации и критических частот области F_2 — ионосферного слоя на высоте 180—300 км), описывается роль дневного «каспа», через который частицы солнечного ветра могут проникать внутрь земной магнитосферы и попадать в ионосферу. Вместе с тем автор подчеркивает и роль циркуляции, уносящей избыток ионов с дневной стороны термосферы на ночную.

Книга «Популярная аэрономия» будет интересна многим любознательным читателям и специалистам смежных областей знания — климатологам, радиофизикам, создателям космической техники, а также экологам, занимающимся вопросами загрязнения атмосферы. Книга отлично иллюстрирована диаграммами и рисунками, на которых молекулы атмосферных газов часто изображены воюющими гномами, а вторгающиеся солнечные частицы — средневековыми рыцарями. Несмотря на эти шуточные рисунки, издание не кажется легковесным. Это серьезная книга, в которой вполне доступным и хорошим языком излагаются сегодняшние сведения о земной атмосфере и намечаются задачи завтрашнего дня.

А. Х. ХРГИАН

доктор физико-математических наук

Информация

Лазерный отражатель на Луне

Лазерный отражатель, установленный на поверхности Луны экипажем американского космического корабля «Аполлон-11» двадцать лет назад, все еще используется учеными Лаборатории реактивного движения в Па-

садене (штат Калифорния) и специалистами других стран. Он был сконструирован для отражения посылаемых с Земли импульсов лазерного излучения с целью определения точного расстояния до Луны.

Отраженный свет имеет очень небольшую мощность — каждые несколько секунд на Земле принимается только один фотон. Это потребовало создания очень чувствительной аппаратуры фильтрации и усиления.

Развитие лазерной и электронной техники позволило проводить с помощью отражателей более точные измерения, погрешность

которых составляет всего 2 см. Кроме измерения расстояния между Землей и Луной, использование лазерного отражателя позволило следить за перемещениями земной коры, изменениями в атмосфере. Было также установлено, что Луна удаляется от Земли на 4 см в год.

Flight International, 1989, 136, 4178

Космос и искусство

Наши читатели, вероятно, обратили внимание на портреты деятелей русской культуры, посвящавших свои произведения космосу (Земля и Вселенная, 1989, № 6, 3-я стр. обложки). Автор этих произведений — известный мо-

сковский художник Отари Кандауров.

Мы продолжаем печатать серию портретов художников, композиторов, философов и ученых России, которые воспринимали человека и космос как неразрывное целое.

Композитор А. Н. Скрябин, Б., Акв., Кар., 1983

Александр Скрябин — музыкаль-

ный гений, творчество которого — это порыв, высший накал эмоций. Вот почему художник вписал лик Скрябина в солнечный круг, и вся атмосфера портрета пронизана солнечным светом. Вдохновенный взгляд композитора устремлен ввысь. Внизу, в букву С (начальная буква фамилии композитора) вписан лик Солнца, как он обычно изображался на русских лубках. Этот обобщающий образ Солнца выражает связь творчества Скрябина с русской народной символикой. Три язычка пламени, изображенные в нижней части портрета, символизируют Агни и Тримурти (в индуистской мифологии первый — бог огня, второй — божественная триада Брахмы, Вишну и Шивы), над которыми в дымке разворачивается спираль Вселенной. А маленькая звезда, вспыхнувшая рядом с начальной буквой фамилии Скрябина, олицетворяет просветленную Землю. Художник и композитор М. К. Чюрленис. Б., Акв., Кар., 1983

Портрет Микалоюса Чюрлениса выполнен в спокойных затемненных тонах, передающих атмосферу лунной ночи. Медленная, расплывчатая, прозрачная музыка Чюрлениса вылилась в приглушенные пастельные тона его знаменитых картонов. В портрет включены фрагменты из картин Чюрлениса. Зависла знаменитая птица из триптиха «Сказка», и ребенок, маленький Пуруша (первочеловек), протягивает руки к прозрачному одувачнику — еще только зарождающейся Земле. А слева — планета Земля, какой она видится из космоса. Обычно Чюрленис подписывал свои картины буквой С. Отари Кандауров заметил, что верхнюю часть этой буквы художник изображал летящей птичкой. Кандауров использовал это в портрете, но уже в виде птицы с широко раскрытыми крыльями. См. 3 стр. обложки.

И. Г. МИХАЙЛЕНКО

СЛОВАЦКИЙ ЦЕНТР ЛЮБИТЕЛЬСКОЙ АСТРОНОМИИ В ГОРОДЕ ГУРБАНОВО ОБЪЯВЛЯЕТ

Международный конкурс изобразительного искусства

«КОСМОС ГЛАЗАМИ ДЕТЕЙ»

В конкурсе могут принять участие дети дошкольного возраста (1 категория), ученики 1—4 классов (2 категория) и 5—8 классов (3 категория) средней школы.

Художественные произведения могут быть выполнены любой техникой — графика, живопись, рисунок, моделировка, интарсия и т. п. На оборотной стороне листа художественного произведения необходимо указать его название, фамилию, имя и адрес автора, его возраст и школьный класс.

Срок всесловацкого тура — до 10-го июня 1990 года.

Всесловацкий тур будет оценивать жюри из устроителей конкурса и членов Союза художников. Художественные произведения иностранных участников оцениваются в рамках всесловацкого тура.

Произведения на конкурс должны быть отправлены не позднее 20-го апреля 1990 года по адресу: Slovenské ústredie amatérskej astronómie 947 01 Hurbanovo, ČSSR

(Словацкий центр любительской астрономии, 947 01 г. Гурбаново, Чехословакия).

Художественные произведения, которые завоевывают приз конкурса всесловацкого тура и лучшие работы иностранных участников до сентября 1990 года будут экспонироваться в Словацком центре любительской астрономии в городе Гурбаново. Затем выставку предполагается показать в различных астрономических учреждениях Словакии.

* Сдано в набор 11.01.90. Подписано к печати 5.03.90. Т—07610 Формат бумаги 70×100 1/16. Offsetная печать. Усл.-печ. л. 7,8 Уч.-изд. л. 10,3 Усл. кр.-отт. 845 тыс. Бум. л. 3,0. Тираж 58 400 экз. Зак. 111 Цена 65 коп.

Ордена Трудового Красного Знамени издательство «Наука»
117049, Москва, Маролевский пер., д. 26

Ордена Трудового Красного Знамени Чеховский полиграфический комбинат
Государственного комитета СССР по печати
142300, г. Чехов Московской области





ИЗДАТЕЛЬСТВО „НАУКА“

ЦЕНА 65 КОП.

ИНДЕКС 70336